

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS COM  
AQUECIMENTO SOLAR E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL  
EM UMA EDIFICAÇÃO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

JULIA TERESA BRUCH

Florianópolis  
2018



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

JULIA TERESA BRUCH

**PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS COM AQUECIMENTO  
SOLAR E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em  
Engenharia Civil do Centro Tecnológico da  
Universidade Federal de Santa Catarina como  
requisito para a obtenção do Título de Engenheira  
Civil  
Orientador: Enedir Ghisi, PhD

Florianópolis

2018

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,  
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Bruch, Julia Teresa

Projeto de Instalações Hidrossanitárias com aquecimento solar e aproveitamento de água pluvial em uma edificação residencial multifamiliar / Julia Teresa Bruch ; orientador, Enedir Ghisi, 2018.

88 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2018.

Inclui referências.

1. Engenharia Civil. 2. Projeto de instalações hidrossanitárias. 3. Aproveitamento de água pluvial. 4. Aquecimento solar. I. Ghisi, Enedir. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em Engenharia Civil. III. Título.



Julia Teresa Bruch

**PROJETO DE INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS COM AQUECIMENTO  
SOLAR E APROVEITAMENTO DE ÁGUA PLUVIAL EM UMA EDIFICAÇÃO  
RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi defendido e julgado adequado como parte dos requisitos para obtenção do título de ENGENHEIRO CIVIL.

Florianópolis, 22 de Junho de 2018.

Prof<sup>a</sup>, Lia Caetano Bastos, Dra.

Coordenadora do TCC

**Banca Examinadora:**



Prof. Eneide Ghisi, PhD.

Orientador

Prof. Fernando Pelisser, Dr.

Prof. Ricardo Forgiarini Rupp, Dr.

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente, gostaria de agradecer aos meus pais, Ademir e Sulmira, por me darem todo o amor do mundo, por sempre apoiarem as minhas decisões e por terem me dado toda a base necessária para que eu pudesse chegar aqui. Amo vocês.

À minha irmã Paula por estar sempre presente, mesmo quando a convivência não era fácil. Seus abraços me deram força para continuar.

Ao meu namorado Arthur, por acreditar em mim quando nem eu mesma acreditava.

À Liliane e Roberto por me acolherem em sua casa e me fazer sentir parte da família.

Aos meus amigos Eloisa, Lígia, Mainan e Matheus, por serem os presentes que ganhei na graduação. Com vocês, esse caminho foi mais leve.

Ao professor Enedir Ghisi, por me inspirar a seguir na área de instalações hidrossanitárias e pela orientação e paciência durante a elaboração deste trabalho.

Aos meus amigos e companheiros da comissão organizadora da Betonada, vocês me mostraram que a faculdade é muito mais que a sala de aula e que a união do curso faz toda a diferença.

Aos meus colegas do EPEC, LabEEE, Eamais Studio e WAZ Engenharia. Obrigada pela oportunidade que me foi dada. Cresci muito com cada experiência.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que, de alguma forma, me ajudaram e me acompanharam ao longo da graduação.

## RESUMO

O aumento populacional constante nas últimas décadas traz à tona discussões crescentes sobre o uso racional de água e energia. O aproveitamento de água pluvial e o aquecimento solar de água contribuem para o desenvolvimento sustentável, por isso este trabalho apresenta a elaboração do projeto de instalações hidrossanitárias de uma edificação residencial multifamiliar visando aquecimento solar e aproveitamento de água pluvial. Por meio de revisão de literatura levantaram-se usos finais de água em edificações similares, chegando-se a três cenários de utilização de água pluvial. Cenário mínimo com 10% de substituição, cenário médio com 20% de substituição e cenário máximo com 35% de substituição de água potável em vasos sanitários e torneiras de jardim. Utilizou-se o programa Netuno para dimensionar o reservatório de água pluvial utilizando dados de consumo per capita, área de telhado e demanda de água pluvial. Devido ao grande consumo e às limitações de área de coleta de água pluvial, os potenciais de economia foram insuficientes para atender à demanda. Sendo assim, os potenciais de economia foram verificados alterando o cenário atual de ocupação de três moradores por dormitório (144 pessoas) para um cenário com dois moradores por dormitório (96 pessoas) e outro com um morador por dormitório (48 pessoas). Para o cenário de substituição de 10% de água potável por água pluvial, verificou-se que com ocupação de 144 pessoas e reservatório inferior de 15.000 litros obteve-se potencial de economia de apenas 4,59%. Com 96 pessoas e 48 pessoas o potencial aumentou, respectivamente, para 6,29% e 8,76%. Quando se substituiu 20% da demanda de água potável por água pluvial, os potenciais de economia subiram para 4,95%, 7,18% e 12,59%, respectivamente, para 144 pessoas, 96 pessoas e 48 pessoas. Por último, para o cenário de substituição de 35% de água potável, obtiveram-se os maiores potenciais de economia de água potável utilizando um reservatório inferior de 15.000 litros, resultando em 5,01% para população de 144 pessoas, 7,43% para população de 96 pessoas e 14,16% para 48 moradores. Analisando os resultados, fica evidente a inviabilidade técnica de utilizar o aproveitamento de água pluvial, entretanto salienta-se a importância da utilização dessa técnica para a preservação dos recursos hídricos. O reservatório de água potável foi dimensionado para suprir a demanda diária de água de 200 litros per capita diários mais a reserva técnica de incêndio, a qual foi dimensionada para uma edificação de risco leve totalizando 11.000 litros alocados no reservatório superior. Dividiu-se 60% da demanda de água potável no reservatório inferior e 40% no superior. O reservatório inferior de água potável é dotado de dois reservatórios de 10.000 litros e o superior de dois reservatórios de 15.000 litros. Os

reservatórios superiores de água potável e pluvial são abastecidos por um conjunto elevatório composto de duas bombas (uma reserva) para cada sistema. O sistema de aquecimento solar é composto de circulação forçada e não supriu a demanda total de aquecimento de água devido ao espaço físico limitado que permitiu a colocação de 64 das 70 placas coletoras necessárias. No entanto, a edificação contará com aquecedores de passagem a gás para suprir a demanda. O projeto foi realizado utilizando a ferramenta Revit MEP, a qual otimiza a elaboração do projeto e sua compatibilização.

**Palavras-chave:** Aproveitamento. Água Pluvial. Aquecimento solar. Projeto de instalações hidrossanitárias.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Demanda hídrica total no Brasil em 2015. ....	16
Figura 2.2 - Matriz de Produção de Energia Elétrica - Jul/2017. ....	29
Figura 2.3 - Esquema simplificado de circuito para termossifão. ....	30
Figura 2.4 - Esquema simplificado de circuito para circulação forçada. ....	31
Figura 2.5 - Coletor Solar. ....	32
Figura 2.6 - Estratificação de água no interior do reservatório. ....	34
Figura 2.7 - Exemplos de sifão. ....	34
Figura 2.8 - Evolução dos serviços de abastecimento de água e redes coletoras de esgoto. ....	36
Figura 2.9 - Investimentos realizados nos serviços de água e esgoto. ....	37
Figura 3.1 – Fachada frontal da edificação. ....	42
Figura 3.2 – Planta baixa do apartamento tipo 01. ....	43
Figura 4.1 – Precipitação média mensal com máximos e mínimos em Itapema – SC no período de 07/11/2013 a 28/02/2018. ....	57
Figura 4.2 – Destaque da área de captação da cobertura da edificação. ....	58
Figura 4.3 – Destaque das áreas técnicas dos pavimentos tipo. ....	59
Figura 4.4 – Potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório. ....	61
Figura 4.5 – Potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório para população de 48 pessoas. ....	64
Figura 4.6 – Potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório para população de 96 pessoas. ....	65
Figura 4.7 – Corte esquemático do reservatório inferior de água pluvial da edificação. ....	67
Figura 4.8 – Desvio da tubulação do lavatório nos pavimento tipo devido à viga. ....	73
Figura 4.9 – Desvio da tubulação do lavatório devido à posição do forro. ....	73
Figura 4.10 – Tubulação hidráulica <i>versus</i> eletrodutos no pavimento pilotis. ....	74

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Distribuição de água doce nos continentes.....	15
Tabela 2.2 - Valores médios resultantes das quatro campanhas de medição no prédio da SABESP. ....	17
Tabela 2.3 - Uso final de água em duas residências em Palhoça. ....	18
Tabela 2.4 - Uso final de água para edificação multifamiliar em Florianópolis. ....	19
Tabela 2.5 - Consumo médio diário per capita para residências em São Paulo.....	19
Tabela 2.6 – Consumo percentual médio mensal de água para residências em Blumenau.....	20
Tabela 2.7 - Uso final de água para residências em Portugal.....	20
Tabela 2.8 - Média da porcentagem de usos finais de água em residências em Florianópolis.	21
Tabela 2.9 – Uso final de água por bloco para edificação multifamiliar em Florianópolis. ....	22
Tabela 2.10 - Volume de água pluvial, demanda de água potável e potencial de economia de água potável por região geográfica do Brasil. ....	25
Tabela 2.11 - Resultados de potencial de economia de água potável para diferentes estratégias para duas escolas em Florianópolis. ....	26
Tabela 2.12 - Influência do local de coleta na qualidade da água pluvial. ....	27
Tabela 3.1 – Usos finais de água para equipamentos com aproveitamento de água pluvial....	46
Tabela 4.1 – Volume dos reservatórios inferior e superior de água potável. ....	56
Tabela 4.2 – Dados de entrada para simulação no programa Netuno. ....	60
Tabela 4.3 – Volumes de reservatórios e potenciais de economia de água potável para diferentes demandas de água pluvial. ....	61
Tabela 4.4 – Potencial de economia de água potável para reservatório inferior de 15.000 litros e volume do reservatório superior para diferentes cenários. ....	62
Tabela 4.5 – Potenciais de economia de água potável obtidos em pesquisas similares .....	63
Tabela 4.6 – Volume ideal de reservatório inferior e potencial de economia de água potável em função do número de moradores.....	65
Tabela 4.7 – Potencial de economia com volume de reservatório fixo ao variar o número de moradores. ....	66
Tabela 4.8 – Áreas de captação com respectivas vazões e calhas adotadas no projeto.....	70
Tabela 4.9 – Características da calha de concreto 15x5cm .....	70

## SUMÁRIO

<b>1. Introdução .....</b>	<b>11</b>
1.1. Justificativas .....	11
1.2. Objetivos .....	12
1.2.1. Objetivo geral .....	12
1.2.2. Objetivos Específicos .....	12
1.3. Estrutura do trabalho.....	13
<b>2. Revisão bibliográfica .....</b>	<b>14</b>
2.1. Sistema predial de água fria.....	14
2.1.1. Disponibilidade de água no Brasil e no mundo .....	14
2.1.2. Demanda de água.....	15
2.1.3. Usos finais de água em edificações .....	16
2.2. Sistema predial de água pluvial .....	22
2.2.1. Aproveitamento de água pluvial .....	23
2.2.2. Qualidade da água pluvial.....	27
2.3. Sistema de aquecimento solar de água .....	28
2.3.1. Uso da energia solar.....	28
2.3.2. Principais configurações dos sistemas .....	29
2.3.2.1. Circulação natural ou por termossifão.....	30
2.3.2.2. Circulação forçada.....	31
2.3.3. Principais componentes do sistema .....	32
2.3.3.1. Coletor Solar.....	32
2.3.3.2. Reservatório térmico .....	33
2.3.3.3. Aquecimento auxiliar .....	35
2.4. Sistema predial de esgoto sanitário.....	35
2.4.1. Saneamento básico no Brasil .....	35
2.4.2. Componentes dos sistemas prediais de esgoto sanitário.....	37
2.4.2.1. Subsistema de coleta e transporte.....	38
2.4.2.2. Subsistema de ventilação.....	38
2.4.3. Disposição dos efluentes do coletor predial .....	39

2.5. Compatibilização de projetos .....	40
2.6. Justificativas para o projeto .....	41
<b>3. Método .....</b>	<b>42</b>
3.1. Objeto de estudo .....	42
3.2. Dimensionamento das tubulações.....	44
3.2.1. Tubulações Hidráulicas.....	44
3.2.2. Tubulações Sanitárias .....	45
3.3. Usos finais de água .....	46
3.4. Dimensionamento dos reservatórios.....	47
3.4.1. Reservatório de água potável .....	47
3.4.2. Reservatório de água pluvial.....	47
3.4.3. Reservatório de água quente .....	49
3.5. Dimensionamento das placas coletoras .....	49
3.6. Reserva técnica de incêndio.....	51
3.7. Conjunto elevatório .....	52
3.8. Dimensionamento das calhas e condutores de água pluvial .....	53
3.9. Sistema de tratamento de esgoto.....	54
3.10. Compatibilização de projetos.....	54
<b>4. Resultados.....</b>	<b>55</b>
4.1. Reserva técnica de incêndio.....	55
4.2. Dimensionamento dos reservatórios.....	55
4.2.1. Reservatório de água potável .....	55
4.2.2. Reservatório de água pluvial.....	56
4.2.3. Reservatório de água quente .....	68
4.3. Dimensionamento das placas coletoras .....	68
4.4. Dimensionamento dos conjuntos elevatórios .....	69
4.4.1. Conjunto elevatório de água potável .....	69
4.4.2. Conjunto elevatório de água pluvial .....	69



4.5. Dimensionamento das calhas e condutores .....	70
4.6. Dimensionamento das tubulações.....	71
4.6.1. Tubulações hidráulicas .....	71
4.6.2. Tubulações sanitárias .....	72
4.7. Compatibilização de projetos .....	72
4.8. Apresentação de projetos .....	74
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>75</b>
5.1. Limitações do Trabalho .....	76
5.2. Sugestão para trabalhos futuros .....	76
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>
<b>ANEXO A – Ábaco para determinar diâmetros e vazões em função dos pesos .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXO B – Ficha técnica do coletor solar Titanium Plus da Rinnai. ....</b>	<b>85</b>
<b>ANEXO C – Ficha técnica dos reservatórios de polietileno da Fortlev.....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO D – Catálogo da moto-bomba.....</b>	<b>87</b>
<b>APÊNDICE A – Apresentação dos projetos .....</b>	<b>88</b>

## 1. Introdução

### 1.1. Justificativas

A revolução industrial foi um período marcado por intenso processo de urbanização, no qual ocorreu grande avanço em soluções tecnológicas. Tal modernização foi responsável, em grande parte, pelo desenvolvimento do controle dos recursos hídricos e dos efluentes, o que deu início aos conceitos de sistemas públicos de abastecimento de água e coleta de esgoto. No mesmo período, iniciou-se a obrigação de instalação de equipamentos sanitários nas edificações através da criação de códigos de edificações pelos poderes públicos (ARO, 2004).

Surge então o conceito de saneamento básico, que engloba o conjunto de ações, obras e serviços considerados prioritários em programas de saúde pública, como abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem urbana, resíduos e controle de vetores e roedores (SOUSA, 2006).

No Brasil, até 2015, 93,1% da população urbana era atendida com abastecimento de água e 58% com esgotamento sanitário. Do volume de esgoto coletado, 74% era tratado (SNIS, 2017). À medida que se aumenta a população atendida por estes serviços básicos, diminuem-se as doenças. A implantação de sistemas adequados de água e esgoto apresentou benefícios a longo prazo sobre a saúde maiores do que os efeitos provenientes de intervenções médicas, sugerindo um efeito multiplicador da ação desses sistemas (BRISCOE, 1987).

O crescimento populacional constante, o desenvolvimento das atividades humanas e a disponibilidade irregular de água contribuem para o aumento de pressão sobre os mananciais existentes. A escassez de água no planeta e a urgência em aumentar sua disponibilidade tornou-se uma preocupação constante (TAMAKI, 2003).

Por isso, a busca por fontes alternativas e sustentáveis, como o aproveitamento da água da chuva, tem sido alvo de pesquisas e discussões, pois além de gerar pouco impacto ambiental, pode permitir a economia de água potável. Esta água poderá ser utilizada nas edificações residenciais em descargas de bacias sanitárias, irrigação de jardins, lavagem de automóveis, lavagem de pisos e piscinas, bem como em diversos processos industriais e comerciais.

A implementação do uso racional da água consiste em realizar intervenções em uma edificação, de forma que a qualidade necessária para a realização das atividades consumidoras seja sempre garantida, com o mínimo de desperdício.

Entretanto, os sistemas prediais hidráulicos e sanitários não terão seu melhor desempenho se não tiverem um projeto adequado, o qual deve ser concebido considerando as necessidades do usuário, a racionalização do consumo, a aplicação de fontes alternativas de água nos usos menos nobres e minimização da geração de efluentes. Esse objetivo somente será atingido através de projetos otimizados em traçados e o uso adequado dos sistemas (ANA, 2005).

O projeto é definido como descrição gráfica e escrita das propriedades de um serviço ou obra de engenharia ou arquitetura, definindo seus atributos técnicos, econômicos, legais e financeiros (ABNT, 1999a). Portanto, o projetista tem como missão atender aos anseios sociais, em meio a emergentes avanços tecnológicos e a necessidade ímpar de racionalização, questões estas singulares na competitiva estrutura econômica estabelecida (SANTOS, 2000).

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo geral

O objetivo geral deste trabalho é elaborar o projeto hidrossanitário de uma edificação residencial multifamiliar com aquecimento solar de água e captação e aproveitamento de água pluvial para consumo não potável.

### 1.2.2. Objetivos Específicos

Para obter o resultado final pretendido, as seguintes metas são estipuladas:

- Levantar os usos finais de água por meio de revisão de literatura, a fim de estimar o consumo de água potável e não potável de uma edificação residencial multifamiliar;
- Estimar a capacidade adequada do reservatório de água pluvial;
- Estimar a economia de água potável ao utilizar água pluvial para fins não potáveis;
- Estimar a capacidade do reservatório de água quente;
- Estimar a quantidade necessária de placas solares para o aquecimento de água da edificação;
- Desenvolver o projeto hidrossanitário utilizando a ferramenta Revit MEP;
- Compatibilizar o projeto hidrossanitário com os projetos estrutural e arquitetônico.

### 1.3. Estrutura do trabalho

Este trabalho de conclusão do curso apresenta no primeiro capítulo uma introdução sobre o assunto a ser abordado juntamente com os objetivos do trabalho.

O segundo capítulo apresenta a revisão de literatura sobre a questão da importância do projeto hidrossanitário para as edificações. Aborda a situação hídrica e de saneamento no país, pesquisas sobre o uso final de água em edificações e o potencial de economia de água potável ao utilizar água pluvial. Apresenta também as vantagens da utilização de placas solares para o aquecimento de água.

O terceiro capítulo trata do método adotado para a elaboração do projeto de instalações hidrossanitárias do edifício em questão, além das análises de potencial de economia de água potável com o uso do aproveitamento de água pluvial e economia de energia com o uso de aquecimento solar.

O quarto capítulo apresenta os resultados dos cálculos e análises propostas no método além da apresentação do projeto hidrossanitário proposto e da sua compatibilização com a arquitetura e estrutura.

As conclusões são expostas no quinto capítulo, seguidas de limitações e recomendações para trabalhos futuros.

## 2. Revisão bibliográfica

Este capítulo busca abordar os aspectos relevantes sobre a escassez e o consumo de água no Brasil elencando a importância da economia de água e da busca por fontes alternativas e sustentáveis.

Tem o intuito de apresentar informações relevantes para a elaboração e o entendimento de um projeto hidrossanitário de edificações multifamiliares e os sistemas nele englobados.

### 2.1. Sistema predial de água fria

#### 2.1.1. Disponibilidade de água no Brasil e no mundo

A água é o núcleo do desenvolvimento sustentável, é fundamental para o desenvolvimento socioeconômico, ecossistemas saudáveis e para a própria sobrevivência humana. É vital para a redução de doenças e para melhorar o bem estar, a saúde e a produtividade das populações (UNESCO, 2017).

A água ocupa aproximadamente 70% da superfície do planeta Terra. Entretanto, 97,5% dessa água é salgada. Da parcela de água doce (2,5%), 29,9% encontra-se em águas subterrâneas, 0,9% compõe a umidade do solo e dos pântanos e apenas 0,3% constitui a porção superficial de água doce presente em rios e lagos (MMA, 2017).

A distribuição de água doce não é uniforme no mundo. A Tabela 2.1 apresenta a porcentagem da população em relação à porcentagem de água doce por continente. Na América do Sul encontra-se 26% do total de água doce disponível no planeta e apenas 6% da população mundial, enquanto o continente asiático possui 36% do total de água e abriga 60% da população mundial (UNESCO, 2003).

O Brasil possui 12% da água doce mundial, representando aproximadamente 50% de toda a água doce da América do Sul. Entretanto, a distribuição de água doce também é desigual em todo o território nacional. A região Norte detém cerca de 70% da água brasileira sendo que a população naquela região representa somente 8% da população nacional. A região Sudeste possui disponibilidade hídrica de 6% e 43% da população (GHISI, 2006).

Tabela 2.1 - Distribuição de água doce nos continentes.

<b>Região</b>	<b>Água doce (%)</b>	<b>População (%)</b>
Austrália e Oceania	5	<1
Europa	6	13
África	11	13
América do Norte e Central	15	8
América do Sul	26	6
Ásia	36	60

Fonte: adaptado de UNESCO (2003).

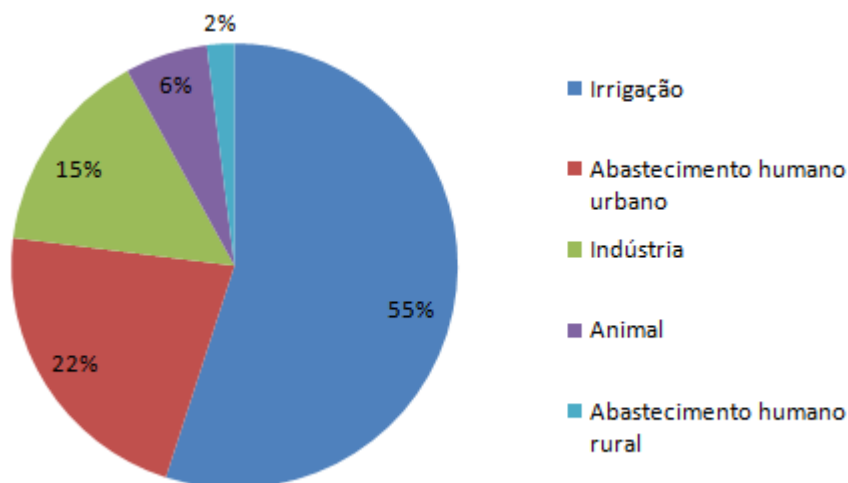
Nos últimos dezessete anos, a população brasileira aumentou em aproximadamente 35 milhões de pessoas, passando de 173 milhões em 2000 para 208 milhões em 2017 (IBGE, 2017). Consequentemente, o consumo de água aumentou, mas a quantidade de água potável ou de água que possa ser utilizada para o processo de produção de variados produtos não aumentou (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

Para reverter essa situação é necessário o investimento na gestão de demanda de água, instalando componentes que visem o uso racional da água, tais como bacia de volume reduzido de descarga, torneiras economizadoras e fontes alternativas de abastecimento de água (OLIVEIRA, 2009). Para tal, é necessário que se tenha conhecimento da demanda de água por habitante e o consumo nos diversos pontos de utilização.

#### 2.1.2. Demanda de água

A demanda hídrica no Brasil para diferentes setores da sociedade é distribuída conforme a Figura 2.1. Evidencia-se que a irrigação é responsável por 55% do consumo de água, enquanto o abastecimento humano (urbano e rural) é responsável por 24% (ANA, 2016).

Figura 2.1 - Demanda hídrica total no Brasil em 2015.



Fonte: Adaptado de ANA (2016).

Para que o abastecimento humano de água seja utilizado da forma mais otimizada possível, é necessário determinar o consumo diário de água de uma edificação para que os reservatórios sejam dimensionados de forma correta. O consumo diário de água é obtido pelo produto da taxa de ocupação e o consumo médio por pessoa, que variam de acordo com leis, decretos e regulamentos emanados das autoridades federais estaduais ou municipais, da concessionária de água ou outro órgão competente.

Os reservatórios de uso doméstico devem ser projetados para que forneçam o volume de água necessário para, no mínimo, 24 horas de consumo normal do edifício, sem considerar o volume de água para combate a incêndio (ABNT, 1998).

Entretanto, é necessário atentar para o volume máximo de reservação, o qual deve garantir a potabilidade da água no período de detenção médio em utilização normal. Ainda, deve ser observado o regulamento ou disposição legal que estabeleça volume máximo de reservação (ABNT, 1998).

### 2.1.3. Usos finais de água em edificações

Para introduzir o tema de conservação da água em meio doméstico, torna-se muito importante conhecer o real consumo de água nos diversos pontos das edificações. O conhecimento detalhado do consumo em um ponto de água e sua relação com o consumo total na localidade, somado ao conhecimento das características dos aparelhos hidrossanitários,

permite avaliar e projetar com maior precisão redes hidráulicas, diminuindo perdas de água e implantando formas de reuso mais eficazes (MATOS et al., 2013).

No Brasil, o primeiro trabalho voltado ao levantamento do perfil do consumo de água foi realizado pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), em 1988, utilizando sensores de fluxo em quatorze pontos em um conjunto de escritórios do próprio IPT (IPT, 1988 apud BARRETO, 2008).

Em 1996, após a modernização dos equipamentos utilizados no primeiro trabalho, foi realizado novamente um estudo de modo a levantar o consumo de água em aparelhos sanitários (BARRETO, 1999 apud BARRETO 2008). O local da pesquisa foi um prédio de escritórios da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP).

Monitoraram-se dezoito pontos de utilização, entre eles aparelhos já existentes e equipamentos economizadores de água. Foram realizadas quatro campanhas de medição. Na primeira foram monitorados os lavatórios com torneiras comuns e bacias com válvulas de descarga. Na segunda, lavatórios com torneiras hidromecânicas com fechamento temporizado e bacias sanitárias com válvulas de descarga. A terceira campanha contou com o monitoramento de lavatórios com torneiras de acionamento fotoelétrico e a quarta com vasos sanitários com caixa acoplada de seis litros por descarga. A média dos resultados das quatro campanhas pode ser observada na Tabela 2.2.

Tabela 2.2 - Valores médios resultantes das quatro campanhas de medição no prédio da SABESP.

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Duração de uso (s)</b>	<b>Intervalo entre usos (min.)</b>	<b>Volume (L)</b>	<b>Vazão (L/s)</b>
Vaso sanitário com válvula de descarga	6,15	35,66	7,90	1,24
Vaso sanitário com caixa acoplada	78,32	56,77	5,87	0,06
Torneira comum de lavatório	20,40	23,17	1,38	0,08
Torneira de acionamento hidromecânico	8,86	9,24	0,72	0,07
Torneira de acionamento fotoelétrico	3,93	10,63	0,42	0,05

Fonte: Barreto (2008).



Em cenários mais recentes, Ghisi e Oliveira (2007) realizaram um estudo de economia de água potável em duas residências unifamiliares no município de Palhoça - SC, obtendo a distribuição de uso final de água exposta na Tabela 2.3. Em ambas as residências, o responsável pelo maior consumo é o chuveiro, seguido do vaso sanitário. Para a residência A, 39% do consumo total da residência é referente a aparelhos que não necessitam da utilização de água potável (vaso sanitário e máquina de lavar roupas). Para a residência B, esses aparelhos representam 33,8%.

Tabela 2.3 - Uso final de água em duas residências em Palhoça.

<b>Ponto de utilização</b>	<b>Residência A (%)</b>	<b>Residência B (%)</b>
Chuveiro	32,8	45,6
Vaso sanitário	30,4	25,6
Pia de cozinha	28,0	13,5
Máquina de lavar roupas	6,2	8,2
Lavatório	1,9	2,6
Barbear	0,8	4,4

Fonte: adaptado de Ghisi e Oliveira (2007).

Ghisi e Ferreira (2007) verificaram os usos finais de água para uma edificação multifamiliar de três blocos localizada em Florianópolis – SC. A Tabela 2.4 apresenta os resultados, pelos quais é possível concluir que os vasos sanitários são os maiores responsáveis pelo consumo na edificação com média de 33,2% por bloco, seguidos pelo chuveiro com 22,7%.

Tabela 2.4 - Uso final de água para edificação multifamiliar em Florianópolis.

<b>Ponto de utilização/Atividade</b>	<b>Bloco A (%)</b>	<b>Bloco B (%)</b>	<b>Bloco C (%)</b>
Vaso sanitário	35,1	29,7	34,8
Chuveiro	16,2	23,2	28,6
Lavar louça	33,6	12,1	14,0
Lavatório	10,5	23,4	14,0
Lavar roupa	2,0	5,9	6,0
Limpeza	2,1	4,5	1,9
Preparo de alimentos	0,4	1,2	0,7

Fonte: Ghisi e Ferreira (2007).

A pesquisa de Barreto (2008) levantou os usos finais de água em sete residências distribuídas ao longo de três bairros da zona oeste de São Paulo. Os endereços monitorados foram estabelecidos por meio de critério estatístico de amostragem e se enquadravam em consumo médio de 15 a 20 m<sup>3</sup>/mês. A Tabela 2.5 mostra os consumos per capita médios diários por ponto de utilização e por morador, os quais são maiores no chuveiro, com 13,9%.

Tabela 2.5 - Consumo médio diário per capita para residências em São Paulo.

<b>Ponto de utilização</b>	<b>Participação (%)</b>	<b>Consumo (L/dia)</b>	<b>Consumo per capita (L/dia/hab.)</b>
Chuveiro	13,9	106	35,3
Pia de cozinha	12,0	91	30,3
Máquina de lavar roupas	10,9	83	27,7
Tanquinho de lavar	9,2	70	23,3
Tanque com máquina de lavar	8,3	63	21,0
Vaso sanitário com caixa acoplada	5,5	42	14,0
Tanque	5,4	41	13,6
Lavatório	4,2	32	10,8
Outros usos	30,6	232	77,4
<b>Total</b>	<b>100,0</b>	<b>788</b>	<b>262,7</b>

Fonte: Barreto (2008).

Coelho e Ghisi (2008) avaliaram usos finais de água em seis residências unifamiliares localizadas em Blumenau, Santa Catarina. A Tabela 2.6 apresenta os dados coletados. O uso de água não potável na residência (vaso sanitário, tanque, mangueira de jardim e máquina de lavar roupa) representa 50,8% do total de água consumida. Nota-se que aparelhos de baixa frequência de uso apresentam elevados consumos de água.

Tabela 2.6 – Consumo percentual médio mensal de água para residências em Blumenau.

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Uso final de água (%)</b>
Mangueira de jardim	31,4
Máquina de lavar roupa	22,9
Vaso sanitário	18,0
Pia de cozinha	12,3
Chuveiro	10,5
Lavatório	3,4
Tanque	1,4

Fonte: adaptado de Coelho e Ghisi (2008).

Na região norte de Portugal, Matos et al. (2013) conduziram um estudo em 23 residências por um período de sete dias, onde foram obtidos os usos finais de água apresentados na Tabela 2.7. O aparelho com o maior consumo é a pia de cozinha com 38%, apresentando resultados de pouca semelhança com os estudos realizados no Brasil, nos quais o maior consumo é, normalmente, do vaso sanitário e do chuveiro.

Tabela 2.7 - Uso final de água para residências em Portugal.

<b>Aparelho Sanitário</b>	<b>Uso final de água (%)</b>
Pia de cozinha	38,0
Banheira	26,0
Vaso sanitário	14,0
Lavatório	12,0
Máquina de lavar roupa	8,0
Máquina de lavar louça	2,0

Fonte: adaptado de Matos et al. (2013).

Marinoski et al. (2014) realizaram um estudo de usos finais de água em 48 residências de baixa renda na região metropolitana de Florianópolis - SC. A pesquisa contou com entrevistas com os usuários e eles foram divididos em três categorias de acordo com sua renda: a) Categoria 1 com renda familiar total de três salários mínimos; b) Categoria 2 com renda familiar total de três a cinco salários mínimos; c) Categoria três com renda familiar total maior que cinco salários mínimos.

Tabela 2.8 - Média da porcentagem de usos finais de água para residências em Florianópolis.

<b>Aparelho sanitário</b>	<b>Categoria 1 (%)</b>	<b>Categoria 2 (%)</b>	<b>Categoria 3 (%)</b>
Chuveiro	30	34	36
Vaso sanitário	20	18	20
Pia de cozinha	20	15	16
Máquina de lavar roupas	13	16	9
Lavatório	6	6	2
Tanque	4	5	4
Torneira externa	4	5	12
Outros usos	2	0	2

Fonte: adaptado de Marinoski et al. (2014).

A Tabela 2.8 apresenta as porcentagens médias dos usos finais de água para as três categorias apresentadas. A água utilizada para fins não potáveis, como vaso sanitário, máquina de lavar roupa, tanque e torneiras externas, representam aproximadamente 43% do uso total de água nas residências.

Dalsenter (2016) conduziu um estudo em uma edificação residencial multifamiliar localizada na cidade de Florianópolis – SC. Os moradores responderam questionários sobre frequências e tempos de uso de cada aparelho sanitário. A Tabela 2.9 apresenta os usos finais de água obtidos para diferentes usos em cada bloco da edificação. A água é mais utilizada para tomar banho e lavar louça o que corresponde, em média, a 42,5% dos usos finais de toda a edificação.

Tabela 2.9 – Uso final de água por bloco para edificação multifamiliar em Florianópolis – SC.

Uso	Uso final de água (%)		
	Bloco Baía Norte	Bloco Baía Sul	Bloco Ilha dos Guarás
Máquina de lavar louça	0,5	0,2	0,3
Tanque	0,8	1,5	1,9
Cozinhar	0,9	1,7	1,6
Fazer a barba	1,6	1,6	1,8
Lavar o rosto	3,0	3,3	3,9
Lavar as mãos	10,1	10,2	11,7
Descarga (vaso sanitário com caixa acoplada)	10,6	8,4	8,4
Máquina de lavar roupa	12,5	16,7	11,8
Escovar os dentes	16,0	14,7	16,6
Chuveiro	21,6	21,7	21,0
Lavar a louça	22,4	20,0	20,9

Fonte: adaptado de Dalsenter (2016).

O consumo residencial tem alta demanda de água não potável e, portanto alto potencial de reutilização de água pluvial. Sendo assim, o uso de fontes alternativas aparece como uma opção ecologicamente correta e dentro dos princípios do desenvolvimento sustentável para suprir demandas de água menos nobres.

## 2.2. Sistema predial de água pluvial

O sistema predial de água pluvial tem como função exclusiva recolher e conduzir a água pluvial até local adequado e permitido, tendo suas instalações completamente separadas de quaisquer outras instalações prediais (ABNT, 1989).

A coleta de água pluvial é uma tecnologia utilizada para coletar e armazenar água pluvial de telhados, superfícies terrestres ou bacias rochosas usando técnicas simples, como lagoas naturais e/ou artificiais e reservatórios. Após a coleta, armazenamento e tratamento adequado, a água pluvial pode ser utilizada para beber, cozinhar, usos não potáveis (vasos sanitários, torneiras de jardim, etc.), bem como para uso na agricultura (HELMREICH; HORN, 2009).

A tecnologia de aproveitamento de água pluvial vem crescendo e dando ênfase à conservação da água. Além de proporcionar economia de água potável, pode reduzir despesas com água potável e contribuir para a diminuição do pico de inundações (CAMPOS, 2004).

### 2.2.1. Aproveitamento de água pluvial

Antigamente, os povos se fixavam em locais próximos a corpos d'água de forma a atender aos anseios básicos de consumo, irrigação e higiene. Porém, com o aumento da população, essas áreas se tornaram muito disputadas e muitos habitantes encontraram dificuldades em se estabelecerem nessas regiões, desenvolvendo alternativas como o uso da água pluvial (FERREIRA; MORUZZI, 2007). De acordo com May (2009), os sistemas de coleta e aproveitamento de águas pluviais já existem há milhares de anos. Há evidências do uso desses sistemas no deserto de Negev há mais de 4000 anos. Foram encontrados também, resquícios de sistemas sofisticados para coleta e armazenagem de águas pluviais durante a era Romana.

A universidade de Yarmouk, no norte da Jordânia, em 2008 e 2009, consumiu aproximadamente 74.000 m<sup>3</sup>/ano de água potável. Considerando que a Jordânia é um dos países que mais sofre com a falta de água, avaliou-se o potencial de economia de água potável ao aproveitar a água pluvial de coberturas e pavimentos envolvendo a área do campus nos anos de 2008 e 2009. Os resultados obtidos mostram que utilizando apenas as coberturas como área de coleta é possível economizar em média 50,5%. Combinando as coberturas com os pavimentos, a água coletada é, em média, 35% maior que o consumo de água potável nestes anos, obtendo um potencial de economia de 100%. É importante salientar que a água pluvial deve passar por tratamento adequado antes de ser utilizada como água potável (AWAWDEH et al., 2012).

Um estudo conduzido em Sant Cugat Del Vallès, subúrbio de Barcelona na Espanha, concluiu que a coleta de água pluvial de coberturas poderia suprir 16% da demanda total de água doméstica da cidade. Para residências unifamiliares, o melhor custo-benefício em utilizar água pluvial em substituição à água potável se deu na utilização em vasos sanitários, com economia de 28,4 m<sup>3</sup>/ano, suprimindo 97,9% da demanda, com um *payback* de 38 anos. Em edifícios residenciais multifamiliares em Sant Cugat Del Vallès, ao aproveitar a água pluvial para uso em máquinas de lavar-roupa e para irrigação do terreno, foi obtida a economia de 207,3 m<sup>3</sup>/ano, suprimindo 59,5% da demanda, com um *payback* de 61 anos (DOMÈNECH; SAURÍ, 2011).

A cidade de Sydney, na Austrália possui legislação que estabelece que toda residência nova na cidade precisa ter um sistema de aproveitamento de água pluvial. Rahman, Keane e Imteaz (2012) estudaram o custo benefício do sistema concluindo que, sem medidas de incentivo do governo, a implementação do sistema de aproveitamento de água pluvial não é vantajosa ao usuário, obtendo uma taxa de custo benefício de no máximo 0,90 para uso em vaso sanitário, lavação de roupas e irrigação. Isso significa que os custos de implantação e manutenção são maiores que a economia de água do sistema. Com o auxílio atual do governo, a taxa aumenta para 1,82, tornando-se um investimento vantajoso.

Na Suécia, Villareal e Dixon (2005) verificaram, por meio de um modelo computacional, os potenciais de economia de água potável com o uso de água pluvial em um condomínio residencial. Os resultados apontaram que, utilizando um reservatório de 40 m<sup>3</sup> de água pluvial para abastecer o vaso sanitário e a lavanderia seria possível economizar 30% de água potável.

No Brasil, há relatos da utilização de água pluvial no nordeste desde o início do século XX. Em 1943 na ilha de Fernando de Noronha o exército norte-americano construiu um sistema de aproveitamento de água pluvial, o qual é utilizado até hoje para o abastecimento da população (MELO, 2007). Em Santa Catarina, o primeiro uso comprovado da água de chuva ocorreu na fortaleza de Ratones em Florianópolis ainda no século XVIII, com a construção de uma cisterna que coletava a água dos telhados para consumo das tropas, além de outros fins (PIAZZA, 1983 apud OLIVEIRA, 2004).

Marinoski, Ghisi e Gómez (2004) verificaram o potencial de economia de água tratada, através do aproveitamento da água de chuva para usos com fins não potáveis, captada a partir das áreas de cobertura de uma edificação residencial multifamiliar. O condomínio é composto de seis blocos, uma guarita de entrada, garagens cobertas, um salão de festas e churrasqueira. Se a área total de cobertura for utilizada para captação seria possível suprir 73,7% do consumo com descargas sanitárias, tanque e máquina de lavar roupas. Outra opção estudada foi a de utilizar apenas a área de captação das coberturas dos blocos, o que tornaria a implantação do sistema mais simples. Concluiu-se que a economia de água potável em relação ao consumo não potável seria de 42,4%, e a redução do consumo geral de água tratada seria de 18,7%.

Ghisi (2006) avaliou a disponibilidade de água no Brasil e estimou o potencial de economia de água potável em diferentes regiões geográficas usando água pluvial. Foram levantadas precipitação, população, porcentagem de casas e edifícios multifamiliares, disponibilidade hídrica e demanda de água potável. Os resultados estão apresentados na

Tabela 2.10, na qual é possível verificar que a distribuição de água potável não é uniforme no Brasil. A região norte é a que tem o maior potencial de economia de água potável com 100% e a região sudeste, o menor, com 48%. Embora a região sul tenha o menor potencial de economia de água potável, ainda é um valor expressivo, pois significa quase metade de todo o consumo da região.

Tabela 2.10 - Volume de água pluvial, demanda de água potável e potencial de economia de água potável por região geográfica do Brasil.

<b>Região</b>	<b>Volume de água pluvial (m³ per capita/ano)</b>	<b>Demanda de água potável (m³ per capita/ano)</b>	<b>Potencial de economia de água potável (%)</b>
Norte	38.419	32.120	100
Sul	35.000	42.705	82
Centro-Oeste	32.608	43.800	74
Nordeste	21.457	35.405	61
Sudeste	27.953	57.670	48

Fonte: adaptado de Ghisi (2006).

Ghisi, Montibeller e Schmidt (2006) realizaram uma análise do potencial de economia de água potável utilizando água pluvial em 62 municípios do estado de Santa Catarina, localizado na região sul do Brasil. Essas cidades representam 33% da área total do estado e 41% da população. Para estimar o potencial de economia de água potável foi necessária a obtenção de dados, tais como: população abastecida, volume de água potável consumido por cidade, número de habitantes, precipitações pluviométricas diárias e área de captação de telhados. O potencial de economia médio obtido para os 62 municípios foi de 71%, variando de 23 a 100%. O município com o maior potencial médio de economia para os doze meses analisados foi Curitiba, com cerca de 95%. O município de Armazém, por sua vez, apresentou o potencial médio mais baixo de apenas 34%.

Marinoski e Ghisi (2008) verificaram o potencial de aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis no Centro de Tecnologia em Automação e Informática do Senai/SC em Florianópolis e analisaram a viabilidade econômica da implantação. Concluiu-se que o potencial de economia foi de 45,8% e o período de retorno de quatro anos e dez meses.

Um estudo realizado em Brasília por Ghisi, Fonseca e Rocha (2009) avaliou o potencial de economia de água potável usando água pluvial para lavagem de automóveis e a



análise de viabilidade do investimento. Foram usados dados de duas estações meteorológicas diferentes, variando área de captação, capacidade dos reservatórios e a demanda de água. O maior potencial de economia de água potável foi de 57,2%, resultado obtido com uma área de captação de 750 m<sup>2</sup>, 2250 litros de demanda diária de água e um reservatório de 18 m<sup>3</sup>.

Tabela 2.11 - Resultados de potencial de economia de água potável para diferentes estratégias para duas escolas em Florianópolis.

<b>Estratégia</b>	<b>Potencial de economia da escola municipal (%)</b>	<b>Potencial de economia da escola estadual (%)</b>
Aproveitamento de água pluvial	22,9	42,5
Reúso de água cinza	5,1	4,2
Instalação de equipamentos economizadores	15,3	55,9
Reúso de água cinza + aproveitamento de água pluvial	24,0	46,3
Instalação de equipamentos economizadores + aproveitamento de água pluvial	27,8	72,7

Fonte: adaptado de Fasola et al. (2011).

Fasola et al. (2011) analisaram duas escolas em Florianópolis, uma municipal e outra estadual, em relação ao potencial de economia de água potável por meio de um sistema de aproveitamento de água pluvial, reúso de água cinza, equipamentos economizadores, ou combinação deles. A Tabela 2.11 apresenta os resultados do potencial de economia para diferentes estratégias para as duas escolas. A estratégia mais eficiente foi a da combinação da instalação de equipamentos economizadores e aproveitamento de água pluvial, com 27,8% de economia para a escola municipal e 72,7% para a escola estadual. Utilizando somente o aproveitamento de água pluvial, obteve-se 22,9% de economia de água potável para a escola municipal e 42,5% para a escola estadual.

Lima et al. (2011) avaliaram o potencial de economia de água por meio do uso de água pluvial de 40 cidades da Amazônia. Os resultados apontaram que a média do potencial de aproveitamento é de 76% variando entre 21 e 100%, dependendo do consumo e da área total do telhado. A região amazônica possui duas estações bem definidas, uma chuvosa e outra seca. Verificou-se que, na chuvosa, o potencial de economia atinge 100%, enquanto na estação seca, o aproveitamento é muito baixo. Concluiu-se que a Amazônia Ocidental ainda

não possui volume mensal de chuva suficiente para atender toda a demanda residencial de água. Porém, isso não inviabiliza o investimento.

### 2.2.2. Qualidade da água pluvial

A qualidade da água pluvial varia conforme sua utilidade. Quanto mais nobre é seu uso, maior a exigência quanto à qualidade. No caso de irrigação de jardins, a água pluvial não precisa passar por nenhum tratamento. Quando o uso requerido pela água é de descargas de vasos sanitários, lavação de roupas e lavação de carros é necessário somente um tratamento higiênico, devido ao possível contato do corpo humano com a água e quando a água pluvial é utilizada em piscinas, chuveiros, no preparo de alimentos e para consumo humano é necessária a desinfecção (GROUP RAINDROPS, 2002).

O local da coleta também tem grande influência na qualidade da água pluvial. A Tabela 2.12 apresenta o grau de purificação que a água tem para diferentes áreas de coleta de chuva. Nota-se que as categorias A e B não necessitam de tratamento para usos não potáveis, enquanto as categorias C e D são consideradas impuras mesmo para usos não potáveis (GROUP RAINDROPS, 2002).

Tabela 2.12 - Influência do local de coleta na qualidade da água pluvial.

<b>Grau de purificação</b>	<b>Área de coleta de chuva</b>	<b>Observações</b>
A	Telhados (não ocupados por pessoas ou animais)	Se a água for purificada pode ser consumida
B	Telhados (ocupados por pessoas e animais)	Usos não potáveis
C	Terraços e terrenos impermeabilizados, áreas de estacionamento.	Necessita de tratamento, mesmos para usos não potáveis
D	Estradas	Necessita de tratamento, mesmo para usos não potáveis.

Fonte: adaptado de Group Raindrops (2002).

A NBR 15527 (ABNT, 2007) estabelece que o projetista deva definir os padrões de qualidade de acordo com a utilização prevista. Recomenda-se utilizar um dispositivo

automático de descarte da água de escoamento inicial e que, na falta de dados, o descarte de dois milímetros da precipitação inicial é recomendado.

A importância do descarte das primeiras águas está no fato que, no início da estação das chuvas, quando há muita sujeira acumulada na superfície de captação, as águas da primeira chuva carregam a sujeira da superfície da captação e partículas em suspensão na atmosfera, e por isso, nessas condições, não devem ser armazenadas na cisterna (NÓBREGA, 2011).

De acordo com Melo (2007), existe grande variação percentual da qualidade da água de chuva durante os primeiros cinco milímetros de precipitação, principalmente após o primeiro milímetro. As primeiras águas da chuva realmente promovem a limpeza da atmosfera e, a partir de certa quantidade de precipitação, a água se torna de excelente qualidade e valores estáveis.

Quando a desinfecção da água pluvial for requerida, podem ser utilizados derivados clorados, raios ultravioleta, ozônio, entre outros (ABNT, 2007). Cada sistema possui parâmetros diferentes de aplicação e devem ser escolhidos cuidadosamente de acordo com o projeto e uso final da água.

### 2.3. Sistema de aquecimento solar de água

#### 2.3.1. Uso da energia solar

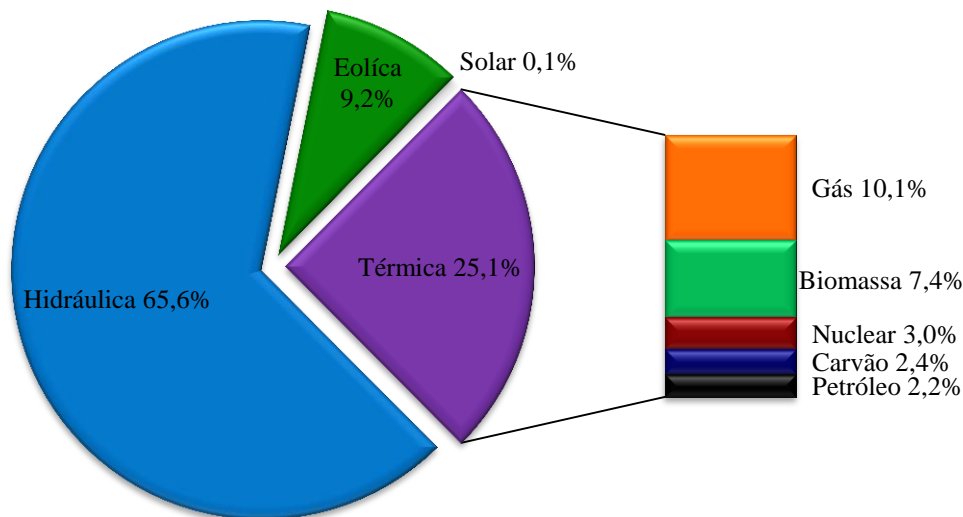
Energia é essencial para o desenvolvimento social e crescimento social de qualquer nação. Existem diversas fontes de energia atualmente, tais como hidráulica, gás natural, petróleo, carvão, nuclear, biomassa, eólica, solar, geotérmica, marítima e biogás.

A energia solar é aquela obtida pela luz do Sol que pode ser captada com painéis solares. A irradiação da luz do Sol na superfície da Terra é suficiente para atender milhares de vezes o consumo mundial de energia, entretanto essa radiação não é uniforme em toda a superfície terrestre, dependendo da latitude, estação do ano e das condições atmosféricas (CCEE, 2017).

O Nordeste brasileiro é privilegiado em termos de radiação solar, estando entre melhores regiões do mundo nessa variável. Porém, as regiões Sul e Sudeste, por estarem mais distantes da linha do Equador, não têm o mesmo privilégio (CCEE, 2017)

Apesar da alta radiação, a energia solar no Brasil ainda é pouco utilizada, representando 0,1% de toda a produção de energia no sistema elétrico brasileiro (Figura 2.2).

Figura 2.2 - Matriz de Produção de Energia Elétrica - Jul/2017.



Fonte: adaptado de MME, 2017.

Esta fonte de energia tem como vantagens o fato de ser uma fonte renovável e, portanto, não poluidora. Geralmente está disponível no local do consumo, é autossuficiente e completamente silenciosa. Contudo, é de difícil captação, por apresentar-se na forma disseminada, apresenta disponibilidade descontínua e variações causais devido à variação de estações, condições meteorológicas e dos opostos dia/noite (GUARIENTE, 2005). A energia solar pode ser utilizada para gerar energia elétrica, através da conversão fotovoltaica, ou para produzir calor diretamente, através de coletores solares.

### 2.3.2. Principais configurações dos sistemas

As instalações de água quente devem garantir o fornecimento de água de forma contínua, em temperatura ajustável e quantidade suficiente, com segurança, aos usuários, com as pressões e velocidades compatíveis com o perfeito funcionamento dos aparelhos sanitários e das tubulações. Devem racionalizar o consumo de energia, manter a qualidade da água e proporcionar o nível de conforto adequado aos usuários (ABNT, 1993a).

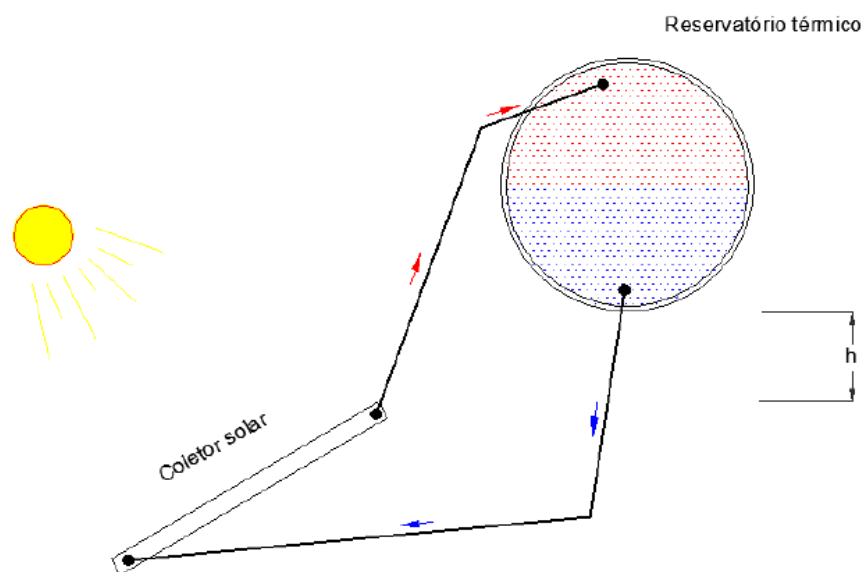
O sistema de aquecimento solar é composto por coletor(es) solar(es), reservatório(s) térmico(s), aquecimento auxiliar, acessórios e suas interligações hidráulicas que funciona por circulação natural ou forçada (ABNT, 2006).

#### 2.3.2.1. Circulação natural ou por termossifão

A circulação natural ou por termossifão é um sistema de aquecimento solar que ocorre devido ao fenômeno de termossifão, que consiste em um circuito onde o fluido de trabalho circula entre uma região quente e uma região fria. O fluido, na região do aquecedor, é aquecido provocando diminuição de sua densidade e o fluido na região do trocador de calor é resfriado. A movimentação do fluido é ocasionada por uma força motriz originada dessa diferença de densidade (SABUNDJIAN et al., 2008).

A Figura 2.3 apresenta o esquema de circulação de um circuito para termossifão. Recomenda-se que a altura entre a parte superior do coletor e parte inferior do reservatório térmico ( $h$ ) seja de 30 cm para garantir o bom funcionamento do sistema e evitar o fluxo reverso, que poderia ocorrer no período noturno devido à inversão das temperaturas entre coletores e reservatórios (ABNT, 2006).

Figura 2.3 - Esquema simplificado de circuito para termossifão.



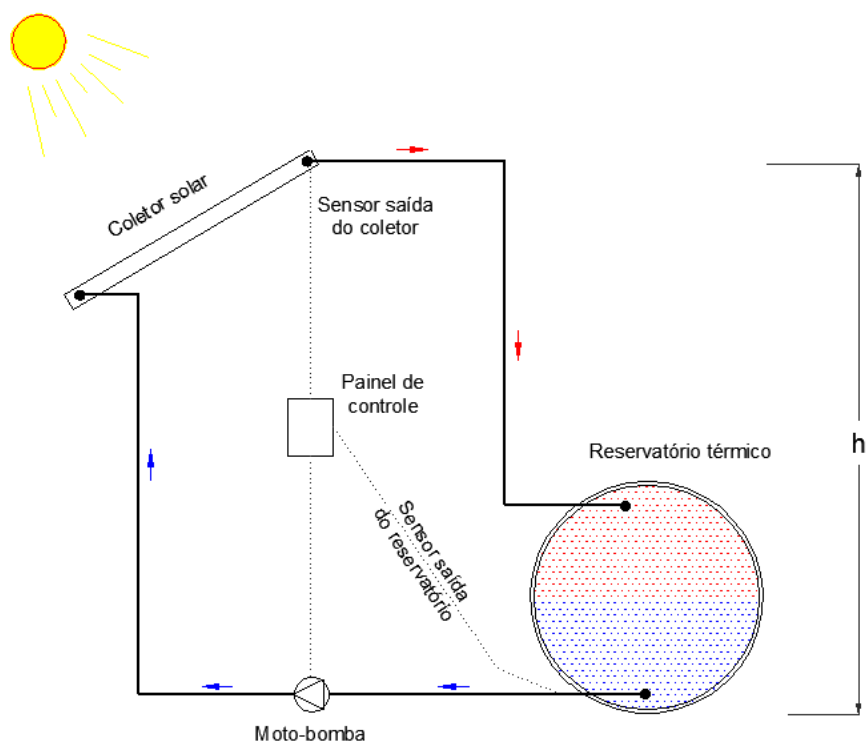
É recomendado que a inclinação da tubulação de saída para os coletores solares e de retorno para o reservatório térmico seja de no mínimo 3% de modo a evitar o acúmulo de bolhas desprendidas no aquecimento de água e a estagnação do fluido (SOLATIVO, 2013).

#### 2.3.2.2. Circulação forçada

A circulação forçada é um sistema de aquecimento solar no qual a circulação de água ocorre devido à ação de pressão externa no circuito hidráulico, como uma motobomba (ABNT, 2006).

O uso de energia auxiliar permite maior flexibilidade no posicionamento dos componentes, podendo o reservatório estar abaixo dos coletores, como demonstrado na Figura 2.4. Nesses casos, é recomendado o uso de válvulas de retenção para evitar refluxos (GUARIENTE, 2005).

Figura 2.4 - Esquema simplificado de circuito para circulação forçada.



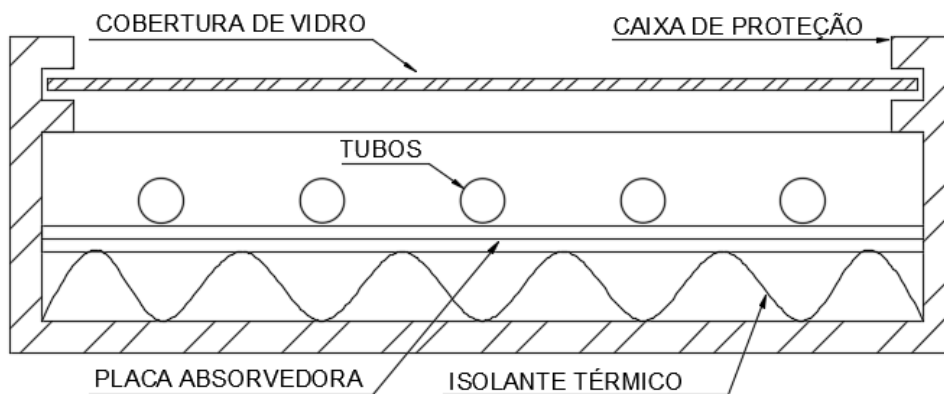
### 2.3.3. Principais componentes do sistema

#### 2.3.3.1. Coletor Solar

A NBR 12269 (ABNT, 2006) define coletor solar como um dispositivo que absorve a radiação solar incidente transferindo-a para um fluido de trabalho, sob a forma de energia térmica.

O coletor solar é composto basicamente de uma cobertura de vidro plano, canalizações por onde escoo o fluido a ser aquecido, placa absorvedora, isolante térmico e caixa de proteção para estes elementos (Figura 2.5). A placa absorvedora pode ser de cobre, alumínio ou aço e tem como função converter a energia radiante em calor, que é transferido para os tubos, e destes para o fluido. A cobertura de vidro tem como função reduzir as perdas radiativas e convectivas da placa absorvedora, sendo responsável pelo efeito estufa (LIMA, 2003).

Figura 2.5 - Coletor Solar.



Os coletores solares devem ser posicionados de forma a receber a maior quantidade possível de radiação durante o dia. Dessa forma, três aspectos devem ser observados para melhorar o aproveitamento de energia disponível: orientação geográfica, ângulo de inclinação com a horizontal e não sombreamento.

No hemisfério Sul, os coletores devem ser instalados voltados para o Norte geográfico, com desvio máximo de até 30°. O ângulo de inclinação em relação à horizontal deve ser equivalente ao ângulo da latitude local. Entretanto, recomenda-se utilizar uma inclinação igual à latitude mais 10° para otimizar o ganho no inverno, visto que a demanda de

energia nesse período é maior. Além disso, é necessário evitar o sombreamento devido a edificações vizinhas, vegetação, elementos arquitetônicos, etc. (ABNT, 2006; GUARIENTE, 2005).

#### 2.3.3.2. Reservatório térmico

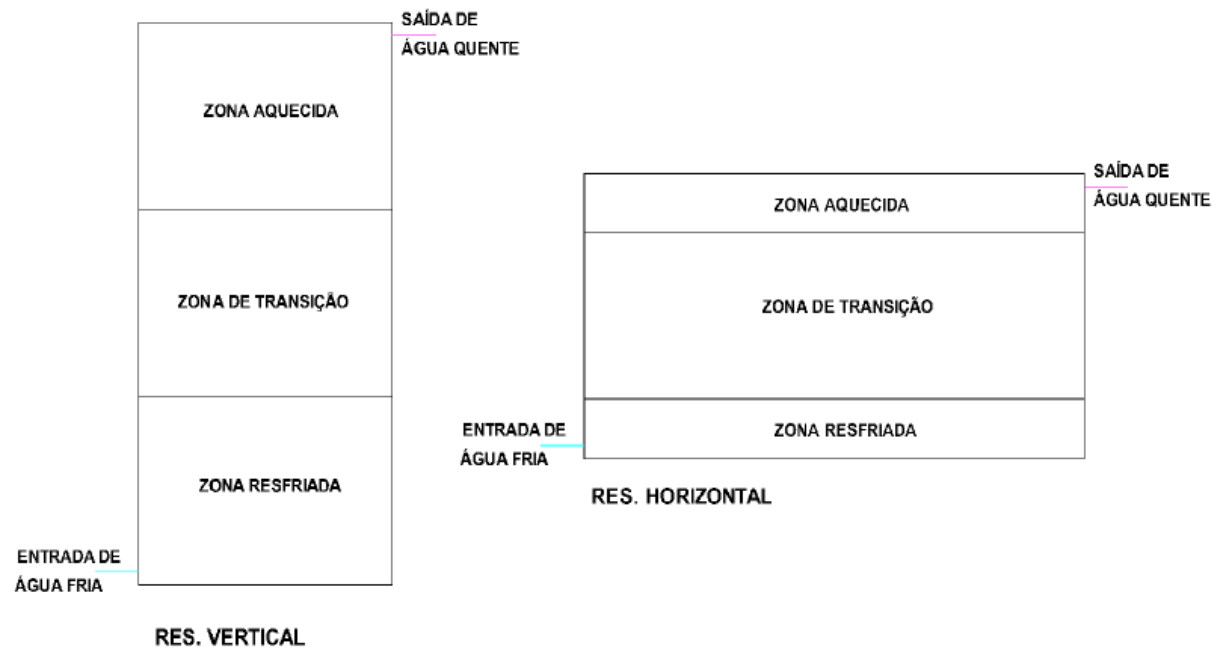
O reservatório térmico tem como função regular o fornecimento de água quente para o sistema, que funciona como um sistema de acumulação. É utilizado, pois o pico de consumo do usuário para fins residenciais normalmente não coincide com o período de geração de água quente.

Em sistemas de aquecimento de água com energia solar, a captação de água geralmente se dá pela parte inferior e o retorno de água quente se dá pela parte superior. Havendo certa distância entre o ponto inferior e o superior estabelece-se diferença de temperaturas ao longo das alturas, sendo este fenômeno chamado de estratificação de temperaturas (LAFAY, 2005).

Quanto à posição de instalação, existem dois tipos de reservatórios: horizontais e verticais. Em reservatórios verticais a estratificação ocorre com maior definição que nos horizontais, onde o equilíbrio de temperatura ocorre de forma mais rápida entre as camadas devido à condução térmica, como ilustra a Figura 2.6. Os reservatórios horizontais também estão sujeitos a maior mistura durante a entrada de água. Entretanto, o reservatório horizontal é o tipo mais utilizado em empreendimentos residências devido a imposições arquitetônicas e maior disponibilidade no mercado (GUARIENTE, 2005).



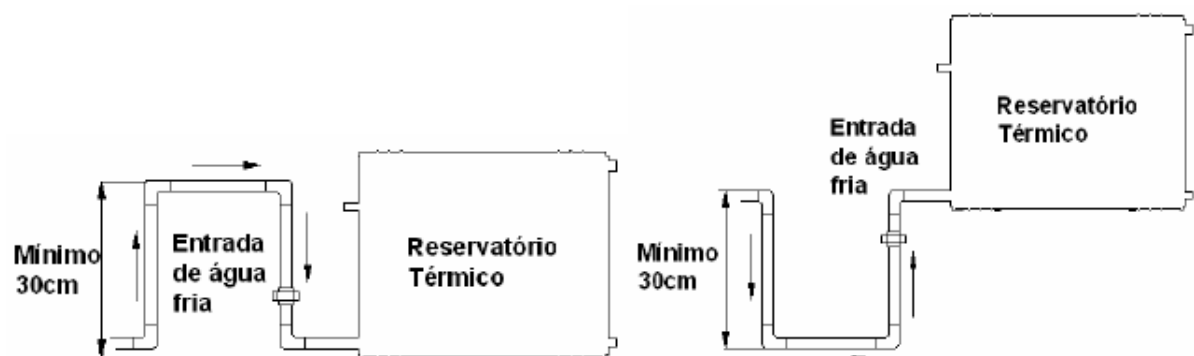
Figura 2.6 - Estratificação de água no interior do reservatório.



Fonte: Guariente (2005).

O reservatório térmico deve ter seu nível superior abaixo do nível inferior da tomada de água do reservatório de água fria. Além disso, a tubulação de alimentação deve ser dotada de sifão (altura mínima de 30 cm) e de válvula de retenção, de forma a impedir o retorno de água quente ao reservatório de água fria, conforme Figura 2.7 (ABNT, 2006).

Figura 2.7 - Exemplos de sifão.



Fonte: ABNT, 2006.

#### 2.3.3.3. Aquecimento auxiliar

O sistema de aquecimento solar de água é projetado para suprir entre 50 e 70% da demanda global de aquecimento, de forma a não tornar o sistema inviável do ponto de vista econômico, visto que as placas e o tanque teriam que ser dimensionados para a pior situação possível, como tempo mais frio e nublado (FISH; GUIGAS; DALENBACK, 1998).

É necessária, então, uma fonte alternativa de calor para períodos maiores sem insolação suficiente. O aquecimento auxiliar tem como função suprir a demanda térmica complementar do sistema de aquecimento solar e pode ser elétrica ou a gás.

A resistência elétrica é a mais utilizada, pois apresenta um menor investimento inicial, porém em longo prazo o custo torna-se maior. O aquecedor de passagem a gás representa um investimento inicial maior, tornando-se menor em longo prazo, pois o custo equivalente da tarifa residencial de energia elétrica é superior ao do gás (AITA, 2006).

#### 2.4. Sistema predial de esgoto sanitário

O sistema predial de esgoto sanitário é um conjunto de tubulações e acessórios, o qual se destina a coletar e conduzir os esgotos sanitários à rede pública de coleta ou sistema particular de tratamento. Deve também garantir o encaminhamento dos gases para a atmosfera, evitando o encaminhamento dos mesmos para os ambientes sanitários. Tem como funções básicas coletar e conduzir os despejos provenientes do uso adequado dos aparelhos sanitários a um destino adequado (ABNT, 1999b).

##### 2.4.1. Saneamento básico no Brasil

Pelo impacto na qualidade de vida, na saúde, na educação, no trabalho e no ambiente, o saneamento básico envolve a atuação de múltiplos agentes em uma ampla rede institucional. No Brasil, está marcado por grande desigualdade e por grande déficit ao acesso, principalmente em relação à coleta e tratamento de esgoto (LEONETI; PRADO; OLIVEIRA, 2011).

Devido à falta de medidas práticas de saneamento e de educação sanitária, grande parte dos dejetos são lançados diretamente sobre o solo, criando situações favoráveis a transmissão de doenças e contaminação do solo e mananciais de água (FUNASA, 2004).

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações em Saneamento (SNIS, 2017), em 2015, o índice médio de atendimento urbano mostrava valores relativamente elevados, em termos de abastecimento de água, com um índice médio nacional de 93,1%. Porém, em termos de esgotamento sanitário, o atendimento urbano com coleta era muito escasso, tendo um índice médio nacional de 58,0%, e um índice médio nacional para o tratamento desse esgoto coletado de 74,0%. Entretanto, estima-se que de todo o esgoto gerado, apenas 42,7% é tratado.

A Figura 2.8 ilustra a evolução dos serviços de abastecimento de água e de redes coletoras de esgoto entre 2006 e 2015. Durante os anos dos dados apresentados, as redes coletoras de esgoto cresceram 3,7 pontos percentuais e o tratamento de esgoto 10,5, enquanto o abastecimento de água não teve crescimento. O método de coleta de dados sofreu alterações entre os anos de 2006 e 2007. Antes eram solicitadas informações apenas para uma amostra de municípios, passando-se a solicitar as informações para todos os municípios atendidos pelos prestadores de serviços regionais e microrregionais, o que pode explicar a diminuição percentual do serviço de abastecimento de água entre os anos de 2006 e 2007, assim como a diminuição dos investimentos em água e esgoto, demonstrados na Figura 2.9 (SNIS, 2017).

Nota-se que o esgotamento sanitário e seu tratamento ainda são muito escassos, demonstrando que alcançar uma cobertura mais ampla desse benefício ainda é um grande desafio para o desenvolvimento do País.

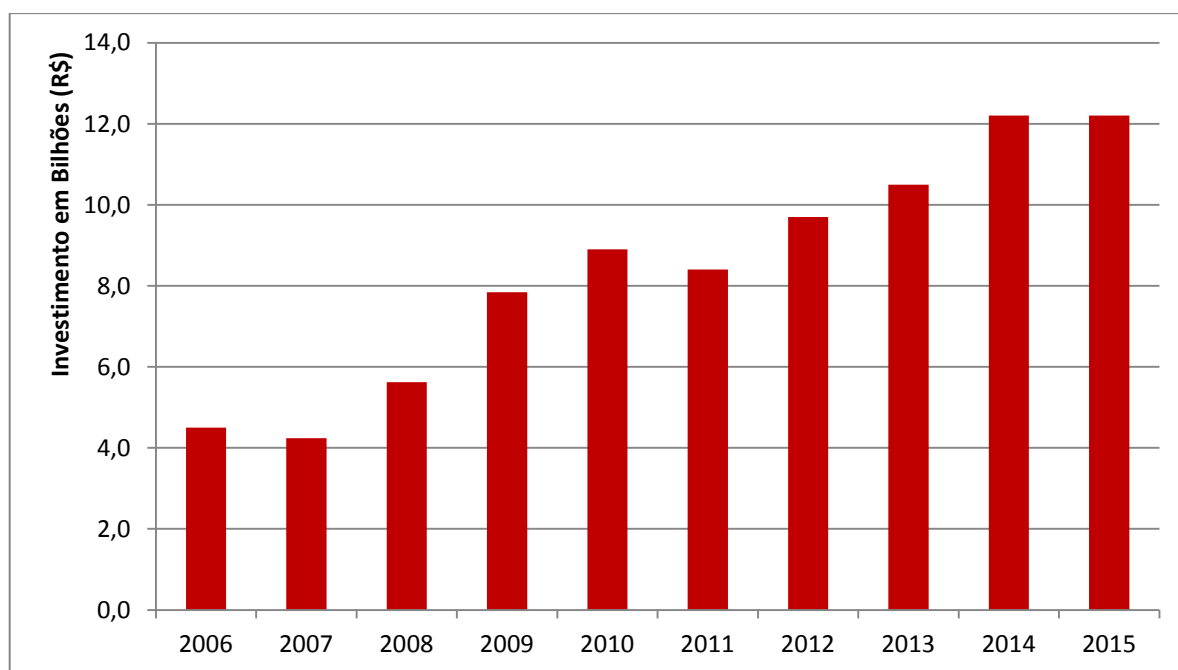
Figura 2.8 - Evolução dos serviços de abastecimento de água e redes coletoras de esgoto.



Fonte: adaptado de SNIS (2017).

O cenário ideal seria a universalização dos serviços de esgoto e água. Para que isso seja concretizado no Brasil até 2025, seria necessário que fossem investidos, em média, R\$ 11 bilhões todos os anos, a partir do ano de 2006 até o ano de 2024 (AESBE, 2006). De acordo com a Figura 2.9, entre 2006 e 2015 foi investido, em média, R\$ 8,4 bilhões por ano sendo que em 2006, foram investidos R\$ 4,5 bilhões em serviços de água e esgoto. O ano de 2015, por sua vez, teve um investimento de R\$12,2 bilhões, representando um crescimento de 171% em 10 anos, destacando o ano de 2015, no qual foram investidos R\$ 12,2 bilhões (SNIS, 2017).

Figura 2.9 - Investimentos realizados nos serviços de água e esgoto.



Fonte: adaptado de SNIS (2017).

A solução ideal seria a de um sistema público de esgotos com adequado tratamento e destino final. Entretanto, essa solução pode ser impraticável do ponto de vista econômico, sendo assim indicadas soluções individuais para cada domicílio (FUNASA, 2004).

#### 2.4.2. Componentes dos sistemas prediais de esgoto sanitário

Os sistemas prediais de esgoto sanitário são divididos em subsistema de coleta e transporte e em subsistema de ventilação.

#### 2.4.2.1. Subsistema de coleta e transporte

O subsistema de coleta e transporte é composto pelo conjunto de aparelhos sanitários, tubulações e acessórios destinados a captar os esgotos sanitários e conduzi-los a um destino adequado (ABNT, 1999b).

Os aparelhos sanitários têm como função impedir a contaminação da água potável, possibilitar acesso e manutenção adequados e oferecer ao usuário conforto adequado à finalidade de utilização. Em um projeto de instalações sanitárias deve-se atentar para as cotas e diâmetro dos ramais de descarga dos aparelhos sanitários, dos quais os principais são o vaso sanitário, lavatório, máquinas de lavar louça e roupa e pia de cozinha (ABNT, 1999b).

Os desconectores têm por função, através de fecho hídrico próprio, vedar a passagem de gases oriundos das tubulações de esgoto para o ambiente utilizado. A contenção dos gases ocorre através da manutenção do referido fecho hídrico por meio do controle das ações atuantes (SANTOS, 2000).

As tubulações do sistema compreendem os ramais de descarga e de esgoto, tubos de queda, subcoletores e coletores. Nos trechos horizontais, a velocidade de escoamento é uma variável importante, pois está associada à eficiência do transporte dos materiais sólidos, evitando que estes se depositem no fundo das tubulações. Nos trechos verticais, a velocidade de escoamento tem influência nas pressões pneumáticas no interior das tubulações e se a variação destas pressões for significativa, pode romper os fechos hídricos (SANTOS, 2000).

O subsistema de coleta e transporte ainda é composto de dispositivos complementares: caixas de gordura e dispositivos de inspeção. As caixas de gordura são utilizadas para reter efluentes que contêm resíduos gordurosos, separando-os do esgoto sanitário. As caixas e dispositivos de inspeção, por sua vez, visam permitir mudanças de direção e declividade, além de garantir a acessibilidade ao interior das tubulações (ABNT, 1999b; GNEIPER, 2008).

#### 2.4.2.2. Subsistema de ventilação

O subsistema de ventilação consta de um conjunto de tubulações ou dispositivos destinados a assegurar a integridade dos fechos hídricos de modo a impedir a passagem de gases para o ambiente utilizado e conduzi-los à atmosfera. Pode ser composto apenas de ventilação primária ou do conjunto ventilação primária e secundária (ABNT, 1999b).

A ventilação primária constitui-se do prolongamento do tubo de queda além da cobertura do prédio, denominado tubo ventilador primário, enquanto a ventilação secundária consiste de ramais e colunas de ventilação ou de apenas colunas de ventilação. Não obstante, a ventilação secundária pode ser configurada também pela utilização de dispositivos de admissão de ar, os quais podem substituir ramais e colunas de ventilação (SANTOS, 2000).

#### 2.4.3. Disposição dos efluentes do coletor predial

A disposição final de efluentes do coletor predial tem por objetivo preservar a saúde pública e ambiental, a higiene, o conforto e a segurança dos habitantes. Deve ser feita em rede pública de coleta de esgoto sanitário ou em sistema particular de tratamento (ABNT, 1993b; ABNT, 1999b).

O sistema particular de tratamento é normalmente utilizado em cidades onde ainda não existe a rede coletora pública de esgoto e deve ser dimensionado em função das características do esgoto gerado nas edificações e de acordo com a normalização pertinente. É composto por tratamento preliminar, tratamento complementar e disposição final dos efluentes (ABNT, 1997).

O tanque séptico é uma estrutura de fluxo horizontal utilizada para remover os sólidos sedimentáveis e parte dos sólidos suspensos e diminuir a demanda bioquímica de oxigênio (VALENTIM, 1999). É amplamente utilizado por ter custo relativamente baixo de construção e simplicidade operacional do sistema. No entanto, os tanques sépticos requerem manutenção periódica, uma vez que o lodo acumulado no interior dos mesmos precisa ser removido, de forma a não comprometer o funcionamento do sistema e para que o tanque não passe a funcionar apenas como uma caixa de passagem (PHILIPPI, 1993).

A eficiência do tratamento do tanque séptico é baixa, pois o lodo do tanque séptico ainda deve ser tratado, visando à estabilização e mineralização da matéria orgânica, bem como à inativação dos organismos patogênicos. Por este motivo, os tanques sépticos são apenas um tratamento preliminar, necessitando de posteriores tratamento de modo a não contaminar fontes de água e solo (SUNTI; MAGRI; PHILIPPI, 2011).

O filtro anaeróbio e as valas de filtração fazem parte do tratamento complementar do tanque séptico e recebem os efluentes do mesmo. O filtro anaeróbio é utilizado primordialmente como retentor de sólidos e consiste em um reator biológico no qual ocorre a depuração do esgoto por meio de microorganismos não aeróbios. É bastante eficiente na redução de cargas orgânicas elevadas. Nas valas de filtração, o esgoto é filtrado por uma

camada de areia, na qual a depuração ocorre por meio físico (retenção de sólidos) e bioquímico (oxidação), devido aos micro-organismos presos nos grãos dessa areia (ABNT, 1997).

Como disposição final dos efluentes, os tipos de tratamento mais utilizados são vala de infiltração e sumidouro. Na vala de infiltração, o tratamento do esgoto consiste na filtragem do efluente no solo e sua depuração ocorre de maneira semelhante ao das valas de filtração, através de processos físicos e bioquímicos. O bom desempenho do sistema depende das características do solo e do seu grau de saturação por água, pois utiliza o solo como meio filtrante (ABNT, 1997).

Os sumidouros são unidades de purificação e disposição final do efluente de forma verticalizada. Este sistema é configurado como um poço seco escavado no chão, não impermeabilizado, que permite a infiltração da água no solo e, por isso, é inadequado para solos arenosos ou muito impermeáveis. O uso deste sistema é favorável somente nas áreas onde o aquífero é profundo para que se possa garantir a distância mínima de 1,50 m entre o seu fundo e o nível aquífero. As paredes do sumidouro podem ser de alvenaria, de tijolos gradeados ou de concreto furado (ABNT, 1997; ERCOLE, 2003 apud FAGUNDES; SCHERER, 2009).

## 2.5. Compatibilização de projetos

O projeto não pode ser visto como um componente isolado da construção, pois o edifício é como um sistema composto por diversos subsistemas que se relacionam entre si. Assim, para se obter o melhor desempenho do todo, deve-se procurar uma solução conjunta de todas as partes que o compõem (ILHA; GONÇALVES, 1993).

Apesar do avanço tecnológico da Construção Civil nos últimos anos, ainda é comum o desenvolvimento de projetos sem a utilização da compatibilização das disciplinas do projeto, o que gera vários fatores negativos, tais como a má qualidade da edificação, maior índice de retrabalho e acréscimo no custo da obra (TAVARES JÚNIOR; POSSAMAI; BARROS NETO, 2002).

A compatibilização de projetos é a atividade que torna os projetos compatíveis, proporcionando soluções integradas entre as diversas áreas que tornam um empreendimento factível (MIKALDO JR; SCHEER, 2008). Logo, a associação de todas as disciplinas é de primordial importância para solucionar interferências na execução da obra, permitindo a integração das soluções adotadas para os diversos sistemas.

## 2.6. Justificativas para o projeto

O cenário atual do mundo em relação à disponibilidade hídrica e saneamento básico, além de grande discussão em torno do tema sustentabilidade evidenciam a importância de métodos alternativos para fonte de água, tratamento de esgoto e obtenção de energia.

É importante que o projeto hidrossanitário contendo os componentes de aproveitamento de água pluvial, aquecimento solar de água e tratamento privativo de esgoto seja concebido diante de premissas específicas.

As normas técnicas brasileiras devem ser seguidas e os traçados dos projetos devem ser otimizados, de forma a diminuir o custo e a geração de resíduos de uma edificação. O acesso às tubulações deve ser fácil, para facilitar manutenção e proporcionar melhor funcionalidade ao sistema. Outra premissa importante de ser seguida é a consideração das necessidades específicas dos usuários que habitarão a edificação.

O projeto hidráulico com aproveitamento de água pluvial e aquecimento solar permitirá avaliar o potencial de economia de água potável e a viabilidade econômica de utilizarem-se coletores solares para o aquecimento de água. O sistema predial de esgoto sanitário com tratamento privativo de esgoto visa propor uma substituição eficiente ao sistema de tratamento público de esgoto, quando este não está disponível.



### 3. Método

Este capítulo apresenta os procedimentos adotados para a elaboração de um projeto hidrossanitário com aquecimento solar e aproveitamento de água pluvial de uma edificação residencial multifamiliar localizada no município de Itapema no estado de Santa Catarina.

O projeto hidrossanitário foi modelado e detalhado na plataforma REVIT, utilizando o projeto arquitetônico concebido e fornecido pela empresa EA+ Studio. A compatibilização com as disciplinas estrutural, elétrica, e preventiva foram realizadas com os arquivos também fornecidos pela empresa.

#### 3.1. Objeto de estudo

O objeto de estudo é a edificação residencial multifamiliar localizada na Rua 250, nº 100 no bairro Meia Praia no município de Itapema no estado de Santa Catarina. A edificação é composta de um pavimento térreo com três salas comerciais, três pavimentos garagem, um pavimento pilotis lazer com sala de jogos, playground, espaço gourmet, área fitness e piscina. Em seguida, têm-se oito pavimentos tipo com dois apartamentos por andar seguido por um pavimento de área técnicas, conforme ilustrado na Figura 3.1.

Figura 3.1 – Fachada frontal da edificação.



Fonte: Construtora e Incorporadora Continente (2018).

Os oito pavimentos tipo contam com dois apartamentos de aproximadamente 125 m<sup>2</sup> cada, com três suítes, uma cozinha, uma sala de estar/jantar e uma sacada por apartamento. A Figura 3.2 ilustra um modelo de apartamento tipo 01. O modelo de apartamento tipo 02 é espelhado.

Figura 3.2 – Planta baixa do apartamento tipo 01.



Fonte: Construtora e Incorporadora Continente (2018).

Os pontos de água compreendidos em cada apartamento são: chuveiros, lavatórios, vasos sanitários com caixa acoplada e ducha higiênica, pia, máquina de lavar louça, máquina de lavar roupa, tanque e pia da sacada. A água quente será utilizada nos chuveiros, lavatórios, pias e tanques. A água de aproveitamento pluvial será utilizada nos vasos sanitários e nas torneiras de jardim nos outros pavimentos da edificação.

### 3.2. Dimensionamento das tubulações

#### 3.2.1. Tubulações Hidráulicas

As tubulações que atendem os dispositivos de água potável e água pluvial foram dimensionadas utilizando o critério do consumo máximo provável, recomendado pela NBR 5626 (ABNT, 1998). As tubulações de água quente foram dimensionadas utilizando o mesmo critério e seguem as recomendações da NBR 7198 (ABNT, 1993a).

Este critério utiliza o método da soma dos pesos, descrito no Anexo A da NBR 5626 (ABNT, 1998). Consiste em verificar o peso relativo de cada aparelho sanitário, somar os pesos dos aparelhos que são alimentados em cada trecho da tubulação e calcular a vazão por meio da Equação (3.1).

$$Q = 0,3 \times \sqrt{\sum P} \quad (3.1)$$

Onde:

$Q$  é a vazão estimada na seção considerada (l/s);

$\sum P$  é a soma dos pesos relativos de todos os aparelhos alimentados pelo trecho de tubulação.

Após a determinação da vazão, encontra-se o diâmetro da tubulação através do ábaco disponível no Anexo A. Com estes dados, é possível encontrar a velocidade da água na tubulação por meio da equação (3.2, a qual não deve ser maior que 3 m/s, de acordo com a NBR 5626 (ABNT, 1998).

$$V = \frac{4000 \times Q}{\pi \times D^2} \quad (3.2)$$

Onde:

$V$  é a velocidade da água (m/s);

$Q$  é a vazão (l/s);

$D$  é o diâmetro da tubulação (mm).

Atendido o critério da velocidade máxima, calcula-se a perda de carga nos trechos da tubulação e analisa-se a pressão, a qual não deve ser inferior a 5 kPa e superior a 400 kPa.

Devem ser observadas as pressões dinâmicas mínimas em cada aparelho sanitário, além da pressão na rede de distribuição (ABNT, 1993a; ABNT, 1998).

Cada apartamento contará com três medidores individuais de água, um para água fria, um para água quente e um para água pluvial. O medidor de água pluvial é necessário, pois em épocas onde a água da chuva coletada não é suficiente para suprir a demanda, há alimentação alternativa de água potável. Será implantado um medidor entre os reservatórios de água potável e água pluvial para medir a quantidade de água potável utilizada. Esse volume será a água a ser paga e a divisão entre os condôminos se dará proporcionalmente ao total de água pluvial utilizada.

A tubulação de água quente contará com um sistema de recirculação de água quente, o qual evita o desperdício de água, reduzindo o tempo de espera com o registro aberto até que a água quente chegue ao ponto de consumo. Ela será conectada na tubulação de água quente em cada pavimento, logo antes de passar pelo medidor individual de água de forma a não impactar na conta de água dos usuários.

### 3.2.2. Tubulações Sanitárias

As tubulações de esgoto sanitário e do subsistema de ventilação foram dimensionadas de acordo com as recomendações da NBR 8160. O método escolhido foi o método das unidades de Hunter de contribuição (UHC) (ABNT, 1999).

O método consiste em definir o diâmetro nominal mínimo do ramal de descarga para cada aparelho sanitário e suas unidades de Hunter de contribuição. As caixas sifonadas devem ser posicionadas e dimensionadas de acordo com a soma das UHC dos ramais de descarga interligados a elas. O dimensionamento dos ramais de esgoto é realizado utilizando o mesmo somatório de UHC da caixa sifonada.

Os tubos de queda são dimensionados através da soma das unidades de Hunter de contribuição dos ramais de descarga e de esgoto interligados. Em seguida, apura-se o número de UHC para cada subcoletor e para o coletor predial e determina-se o diâmetro nominal.

As tabelas necessárias para o dimensionamento dos componentes dos sistemas prediais de esgoto sanitário e do subsistema de ventilação em função das unidades de Hunter de contribuição encontram-se na NBR 8160 (ABNT, 1999b) e foram consultadas na elaboração do projeto.

Seguiu-se a recomendação de declividade mínima para as tubulações de esgoto sanitário de 2% para tubulações com diâmetro nominal igual ou inferior a 75 mm e de 1%

para tubulações com diâmetro nominal igual ou superior a 100 mm. As tubulações de ventilação devem ter declive mínimo de 1%, independente do diâmetro (ABNT, 1999).

### 3.3. Usos finais de água

Para implantar um sistema de aproveitamento de água pluvial com o maior potencial de economia de água potável é necessário conhecer os dispositivos onde o consumo é mais significativo. O cenário ideal seria a realização de um estudo com os futuros usuários da edificação. Entretanto, a edificação está em construção e ainda não está ocupada, o que inviabiliza o estudo.

Os usos finais de água para os equipamentos que utilizarão água pluvial são teóricos e obtidos por meio da revisão de literatura. Adotou-se o valor mínimo, o máximo e a média dentre todos os trabalhos referenciados na Tabela 3.1, os quais têm como objetivo abranger os possíveis tipos de moradores. Os trabalhos utilizados como base para o estabelecimento dos usos finais de água da edificação em estudo são de residências unifamiliares e multifamiliares. Todas as edificações utilizaram vasos sanitários com caixa acoplada.

Tabela 3.1 – Usos finais de água para os equipamentos com aproveitamento de água pluvial.

<b>Aparelhos sanitários</b>	<b>Usos finais de água (%)</b>		
	<b>Mínimo</b>	<b>Média</b>	<b>Máximo</b>
Vaso sanitário com caixa acoplada	5,5	11,3	20
Torneira de jardim	4,0	7,0	12,0
<b>Total</b>	<b>9,5</b>	<b>18,3</b>	<b>32,0</b>

Fonte: Barreto (2008), Dalsenter (2016), Marinoski et al. (2014).

Os reservatórios de água pluvial serão dimensionados considerando os três cenários de usos finais de água (mínimo, médio e máximo). No cenário mínimo adotou-se 10% de substituição de água potável por água pluvial. No cenário médio, adotou-se 20% e no máximo, 35%.

### 3.4. Dimensionamento dos reservatórios

#### 3.4.1. Reservatório de água potável

A NBR 5626 (ABNT, 1998) estabelece que o volume de água mínimo para o reservatório deve atender 24 horas de consumo normal do edifício, sem considerar o volume de água para a reserva técnica de incêndio. A norma também exige que reservatórios de maior capacidade sejam divididos em mais de um compartimento para que não ocorra interrupção na distribuição de água quando ocorram manutenções.

O Código de Obras de Itapema (ITAPEMA, 2002), nos artigos 256 e 257, estabelece que as edificações residenciais multifamiliares devam possuir reservatórios inferior e superior. O volume de cada um será, respectivamente, de 60% e 40% do volume total calculado.

O volume total calculado dos reservatórios é obtido através do consumo diário de água fria da edificação. Ele pode ser estimado pelo produto da população total e do consumo per capita diário. A população é estimada de acordo com o Código de Obras da cidade de Itapema, o qual institui, no artigo 297, que, para edificações multifamiliares, devem ser adotadas três pessoas por dormitório. O pavimento térreo da edificação é composto por três salas comerciais. A população de cada loja é de três pessoas por sala, conforme legislação local (ITAPEMA, 2002).

O consumo per capita não é abordado na legislação local, ficando a critério do projetista. Adotou-se a recomendação da NBR 7229 (ABNT, 1993b), que estabelece que o volume da contribuição de despejos é equivalente a 80% do consumo local de água. Para edificações multifamiliares de alto padrão, a contribuição diária de esgoto é de 160 litros per capita e para salas comerciais de 50 litros. Sendo este valor igual a 80% do consumo de água, tem-se que o consumo de água per capita para edificações multifamiliares de padrão alto é de 200 litros diários e de 62,5 litros diários de água para salas comerciais (ABNT, 1993b).

#### 3.4.2. Reservatório de água pluvial

O sistema de aproveitamento de água pluvial será configurado por reservatório superior e reservatório inferior e suas instalações abastecerão os vasos sanitários e as torneiras de jardim da edificação.

O volume do reservatório superior de água pluvial é dimensionado a partir dos usos finais de água, os quais indicam a porcentagem de água potável que pode ser substituída por

água pluvial em função do uso. A partir da demanda total de água potável, encontra-se a demanda diária de água pluvial para a edificação. O volume do reservatório superior deve ser, no mínimo, igual à demanda diária da edificação.

Para o dimensionamento do reservatório inferior, utilizou-se o programa computacional Netuno (GHISI; CORDOVA, 2014). Este programa tem por objetivo simular, através de modelos comportamentais, sistemas de captação de águas pluviais, apresentando o potencial de economia de água potável através do aproveitamento de água pluvial para variados volumes de reservatórios.

Nas planilhas de cálculo do programa, faz-se necessário o preenchimento de dados de entrada para que a simulação seja efetiva. Pedem-se dados diários de precipitação da região a ser estudada, descarte da precipitação inicial em milímetros, área de captação, demanda total de água, população, percentual de demanda total a ser suprido por água pluvial, coeficiente de escoamento superficial da superfície de captação e volume do reservatório superior.

O reservatório superior de água pluvial será dimensionado para ser igual à demanda diária de água pluvial. O reservatório inferior foi simulado para intervalos de 500 litros até o volume máximo de 20000 litros. O reservatório foi considerado ideal quando a diferença entre potenciais de economia é menor ou igual a um por cento por metro cúbico.

Os dados diários de precipitação utilizados para o dimensionamento do reservatório inferior foram obtidos no Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais e são referentes à estação pluviométrica “MORRETES”, localizada em Itapema. É a estação mais próxima da edificação estudada, compreendendo o período de 07/11/2013 a 28/02/2018. Os dados obtidos da estação foram fornecidos em horas, sendo necessário convertê-los para dados diários (CEMADEN, 2018).

A água captada deverá passar por um filtro para a remoção de materiais grosseiros como folhas e gravetos. Em seguida, ocorre o descarte das águas de escoamento inicial. O reservatório de descarte adotado será do tipo automático e equivale ao volume desejado de descarte, dado pela multiplicação da área de captação com a lâmina de água inicial definida para descarte. Quando o reservatório estiver cheio, um dispositivo de desvio de fluxo é acionado, conduzindo a água excedente para o reservatório inferior de água pluvial. A água acumulada no reservatório é esvaziada lentamente e direcionada para a rede pluvial. Após a filtragem e o descarte inicial é realizada a desinfecção da água com cloro.

O reservatório superior de água pluvial será interligado ao reservatório superior de água potável para suprir a demanda dos aparelhos conectados à rede de aproveitamento de água pluvial quando houver ausência de chuvas por longo período.

A conexão cruzada de água pluvial e potável não pode ocorrer para não contaminar a água potável. De forma a evitar a contaminação, a entrada de água potável no reservatório de água pluvial será em um nível superior ao nível da água do reservatório de água pluvial, e será instalada uma válvula de retenção entre a tubulação de ligação, permitindo a passagem de água em apenas uma direção (potável para pluvial).

### 3.4.3. Reservatório de água quente

O reservatório de água quente terá seu volume no mínimo igual ao consumo diário de água quente atendendo a 24 horas de consumo normal da edificação. O consumo diário de água quente é obtido pelo produto da população total da edificação com o consumo per capita diário. O consumo diário per capita é dado pela NBR 7198 (ABNT, 1993a) em função da ocupação da edificação. Para apartamentos, estabelece-se 60 litros de água quente por pessoa por dia. As salas comerciais não serão abastecidas com água quente. A população é a mesma estabelecida para o cálculo do consumo diário de água fria.

### 3.5. Dimensionamento das placas coletoras

O ângulo de inclinação das placas em relação à horizontal será de 27°C, pois é o ângulo equivalente à latitude local e não ultrapassa os 30° de desvio máximo estabelecidos pela NBR 12269 (ABNT, 2006). Para o dimensionamento das placas, não foi considerado o sombreamento das placas devido a elementos arquitetônicos, como a torre da caixa d'água. Não se considerou também as perdas térmicas na tubulação e no reservatório.

Adotou-se para o projeto as placas coletoras da *Rinnai*, modelo RSC-2000T (Anexo B), por ser a placa que a construtora adota em seus projetos, com 2,0 m<sup>2</sup> de área coletora por placa. O material absorvedor da placa é de alumínio, com cobertura de vidro temperado e isolamento de 25mm de lã térmica ecológica. Possui classificação A em eficiência energética pelo INMETRO e rendimento de 91% (RINNAI, 2018).



A área de placas coletoras necessária é determinada por meio da Equação (3.3).

$$A = \frac{Q}{I \times R} \quad (3.3)$$

Onde:

A é a área das placas coletoras (m<sup>2</sup>);

Q é o calor necessário (kWh ou Kcal x h);

I é a intensidade de irradiação solar (kWh/m<sup>2</sup> ou Kcal x h/m<sup>2</sup>);

R é o rendimento dos coletores.

A intensidade de radiação solar média (I) para a região de Itapema é de 3,94 kWh/m<sup>2</sup>.dia. Nos meses mais frios (junho a agosto), a intensidade de radiação solar média é de 2,85kWh/m<sup>2</sup>.dia (LABSOL-UFRGS, 2018). No entanto, será utilizada a média anual para o cálculo da área de coletores de forma a não tornar a implantação do sistema muito onerosa. Levou-se em conta, também, o fato de que Itapema é um município onde muitos proprietários de imóveis passam suas férias, sendo, portanto menos habitado nos meses mais frios, diminuindo o consumo de água quente da edificação.

O calor necessário (Q) é determinado pela equação fundamental da calorimetria representada por meio da Equação (3.4).

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad (3.4)$$

Onde:

Q é o calor necessário (cal/dia);

M é a massa de água quente (g);

c é o calor específico da água (cal/g°C);

$\Delta T$  é a variação de temperatura (°C).

A massa de água quente é obtida convertendo o consumo diário de água quente de litros para gramas. O calor específico da água é de 1 cal/g°C em condições normais de pressão e temperatura. A variação de temperatura foi considerada como 48,1°C, onde a temperatura inicial é a média das temperaturas mínimas de junho, julho e agosto, 11,9°C e a temperatura final de 60°C, pois é a temperatura máxima que o coletor solar suporta (LABSOL-UFRGS, 2018; RINNAI, 2018).

Sabe-se que 1kWh é igual a 860,1 kcal. Sendo assim, o valor encontrado pela equação (3.4 é convertido em kWh e substituído na equação (3.3, determinando-se a área de coletores necessária para atender a demanda de água quente da edificação.

As instalações de água quente possuirão aquecimento auxiliar de água representado por um aquecedor de passagem a gás em cada apartamento. A tubulação proveniente dos reservatórios térmicos no barrilete passará primeiro no aquecedor de passagem antes de ser distribuída no apartamento. Se a temperatura da água não for igual ou maior a 50°C, que é a temperatura mínima para utilização, o aquecedor de passagem é acionado.

### 3.6. Reserva técnica de incêndio

O volume mínimo da reserva técnica de incêndio é definido em função da classificação do risco de incêndio e da área total construída do imóvel. A instrução normativa 03 do corpo de bombeiros militar de Santa Catarina estabelece que um imóvel com ocupação do tipo residencial privativa multifamiliar é classificado como risco leve de incêndio (CBMSC, 2014a; CBMSC, 2014b).

A reserva técnica de incêndio deve ser dimensionada para uma autonomia mínima de 30 minutos e, no caso da edificação ser classificada como risco leve é necessário adicionar dois minutos por hidrante excedente a quatro.

A reserva técnica de incêndio é determinada por meio da Equação 3.5.

$$RTI = (30 + (2 \times n)) \times Q \quad (3.5)$$

Onde:

RTI é a reserva técnica de incêndio (l);

n é o número de hidrantes excedentes a quatro;

Q é a vazão no hidrante mais favorável (l/min);

A vazão no hidrante mais favorável é calculada por meio da Equação (3.6.

$$Q = 0,2046 \times D^2 \times \sqrt{H} \quad (3.6)$$

Onde:

Q é a vazão da boca do requinte (l/min);

D é o diâmetro do requinte (mm);

H é a pressão dinâmica mínima na boca do requinte (mca).

O diâmetro do requinte é estabelecido pela norma em função do grau de risco. A pressão dinâmica mínima na boca do requinte é igual a distância vertical do nível da saída da caixa d'água e a posição do hidrante mais favorável.

Encontrando-se a vazão da boca do requinte, substitui-se o valor encontrado na Equação (3.5, resultando no volume da reserva técnica de incêndio. Se o volume encontrado for menor que o volume mínimo de 5000 litros da reserva técnica de incêndio para edificações de risco leve, deve ser adotado o mínimo.

### 3.7. Conjunto elevatório

Os reservatórios de água potável e água pluvial são compostos de reservatório superior e inferior, sendo necessário um conjunto elevatório para cada sistema. A NBR 5626 (ABNT, 1998) exige que cada conjunto possua, no mínimo, duas motobombas, para garantir o abastecimento de água caso uma falhe. Portanto, serão adotadas quatro motobombas, duas para cada sistema.

A tubulação de recalque é dimensionada por meio da Equação (3.7).

$$D_R = 1,3 \times \sqrt{Q^4} \times \sqrt{\frac{h}{24}} \quad (3.7)$$

Onde:

$D_R$  é o diâmetro da tubulação de recalque (m);

Q é a vazão de recalque (m³/s);

h é o número de horas de funcionamento da motobomba (horas/dia).

A NBR 5626 (ABNT, 1998) recomenda que para edificações residenciais multifamiliares sejam consideradas 5 horas diárias de funcionamento da motobomba. A vazão de recalque é então definida pelo volume total de água a ser recalcada (consumo diário de água) pelo tempo de funcionamento da motobomba.

A tubulação de sucção deve ser de diâmetro imediatamente superior ao da tubulação de recalque. Os extravasores terão diâmetro superior ao da tubulação de alimentação dos reservatórios.

A potência das motobombas é encontrada por meio da Equação (3.8).

$$P = \frac{Q \times H_{man}}{75 \times R} \quad (3.8)$$

Onde:

P é a potência necessária para a motobomba (CV);

Q é a vazão de recalque (l/s);

H<sub>man</sub> é a altura manométrica dinâmica (m);

R é o rendimento da motobomba (adimensional).

A altura manométrica dinâmica é a soma da altura manométrica do recalque e da altura manométrica da sucção. A altura manométrica do recalque é a soma da altura estática do recalque com a perda de carga no recalque. Da mesma forma, a altura manométrica da sucção é a soma da altura estática da sucção com a perda de carga na sucção.

### 3.8. Dimensionamento das calhas e condutores de água pluvial

O primeiro passo para o dimensionamento das calhas e condutores de água pluvial é determinar a vazão de projeto, por meio da Equação (3.9).

$$Q = \frac{I \times A}{60} \quad (3.9)$$

Onde:

Q é a vazão de projeto (L/min);

I é a intensidade pluviométrica (mm/h);

A é a área de contribuição (m<sup>2</sup>).

A NBR 10844 (ABNT, 1989) apresenta a tabela “Chuvas intensas no Brasil”, que possui dados de intensidade pluviométrica para diversas cidades brasileiras para tempos de retorno de um, cinco e 25 anos. No estado de Santa Catarina, somente três cidades são contempladas pela tabela. São elas Blumenau, Florianópolis e São Francisco do Sul. Será adotada a intensidade pluviométrica da cidade de Florianópolis, pois é o município mais próximo de Itapema e tem o clima mais similar (litoral). O tempo de retorno será o de cinco anos, pois é o recomendado para coberturas e terraços.

A área de contribuição é calculada conforme recomendação da NBR 10844 (ABNT, 1989), tomada na horizontal e recebendo incremento devido à inclinação da chuva.

A água captada na cobertura e nas áreas técnicas dos apartamentos será utilizada para o aproveitamento de água, pois são lajes sem circulação de pessoas, veículos ou animais. A água captada no terraço do pilotis e na sacada dos apartamentos será escoada diretamente até a captação de água pluvial da via pública, pois são lajes com circulação de pessoas e animais.

A linha perimetral da cobertura será dotada de platibanda. A área de captação da cobertura é composta por lajes impermeabilizadas com caimento de 0,5% para os pontos de drenagem, representados por calhas perimetrais.

Os condutores verticais têm seus diâmetros determinados através de ábacos expostos na NBR 10844 (ABNT, 1989) a partir da vazão de projeto, da altura da lâmina da água e do comprimento do condutor vertical. O diâmetro interno mínimo dos condutores verticais de seção circular é de 70 mm.

Os condutores horizontais devem ter declividade mínima de 0,5% e o seu dimensionamento é feito adotando um escoamento com lâmina de água de altura igual a  $\frac{2}{3}$  do diâmetro interno do tubo. A NBR 10844 (ABNT, 1989) apresenta uma tabela baseada na fórmula de Manning-Strickler na qual se determina o diâmetro dos condutores horizontais a partir da rugosidade, da inclinação e da vazão necessária.

### 3.9. Sistema de tratamento de esgoto

A edificação residencial multifamiliar está localizada em uma região no município de Itapema provida de rede pública de coleta de esgoto sanitário. Por este motivo, o projeto arquitetônico não previu espaço para o sistema de tratamento de esgoto privado, tornando inviável a utilização do sistema para fins didáticos.

### 3.10. Compatibilização de projetos

Os projetos foram desenvolvidos utilizando a ferramenta Revit MEP, a qual permite a visualização tridimensional de todos os componentes da edificação facilitando a compatibilização. A compatibilização do projeto hidrossanitário foi feita com a arquitetura e com a estrutura e também com as prumadas principais elétricas.

## 4. Resultados

### 4.1. Reserva técnica de incêndio

Conforme o projeto preventivo fornecido pela empresa, a pressão dinâmica mínima encontrada na boca do requinte é de 42,9 m.c.a.. O diâmetro do requinte é dado pela norma em função do grau de risco da edificação. A edificação é classificada como de risco leve, portanto o diâmetro do requinte é de 13 milímetros. Substituindo os valores encontrados na Equação (3.6, obtêm-se a vazão da boca do requinte mais favorável de 226,5 litros/min.

A edificação possui 13 hidrantes, portanto deve-se acrescentar dois minutos por hidrante excedente a quatro, além dos 30 minutos exigidos para risco leve. Utilizando a Equação (3.5, tem-se que a reserva técnica de incêndio é igual a 10.872 litros. Adotou-se 11.000 litros, os quais serão divididos em 5.500 litros para cada reservatório superior de água potável.

### 4.2. Dimensionamento dos reservatórios

O dimensionamento dos reservatórios de água potável, água pluvial e água quente seguiram o método estabelecido na Seção 3.4.

A população da edificação foi estimada considerando três pessoas por dormitório e três pessoas por sala comercial. Cada apartamento tem três dormitórios e, portanto, nove pessoas por apartamento. A edificação possui dezesseis apartamentos e três salas comerciais, sendo sua população para os apartamentos igual a 144 pessoas e para as salas comerciais, nove pessoas, totalizando 153 pessoas.

#### 4.2.1. Reservatório de água potável

O consumo diário de água da edificação é estimado pelo produto da população total e do consumo per capita diário. Sabe-se que a população total residencial é de 144 pessoas e a população das salas comerciais é de nove pessoas. O consumo per capita para edificações residenciais multifamiliares é de 200 litros por dia e para salas comerciais de 62,5 litros por dia.

O consumo diário total para a edificação residencial multifamiliar é de 28.800 litros e para as salas comerciais é de 562,5 litros totalizando 29.362,50 litros de água para a edificação.

A Tabela 4.1 apresenta o volume total calculado para cada reservatório (inferior e superior), conforme recomendações do código de obras, e os volumes adotados. É necessário salientar que deverão ser somados os 11.000 litros de água da reserva técnica de incêndio no reservatório superior.

Tabela 4.1 – Volume dos reservatórios inferior e superior de água potável.

<b>Reservatórios de água potável</b>	<b>Volume calculado (litros)</b>	<b>Volume adotado (litros)</b>
Reservatório inferior (60%)	17.617,50	2 x 10.000
Reservatório superior (40%)	11.745 + 11.000(RTI)	2 x 15.000
<b>Total</b>	<b>40.362,50</b>	<b>50.000</b>

Para o reservatório inferior foram adotadas duas caixas d'água de polietileno *Fortlev* (ou similar) de 10.000 litros cada, totalizando 20.000 litros. Para o reservatório superior adotou-se duas caixas de 15.000 litros cada, totalizando 30.000 litros. A ficha técnica dos reservatórios pode ser consultada no Anexo C.

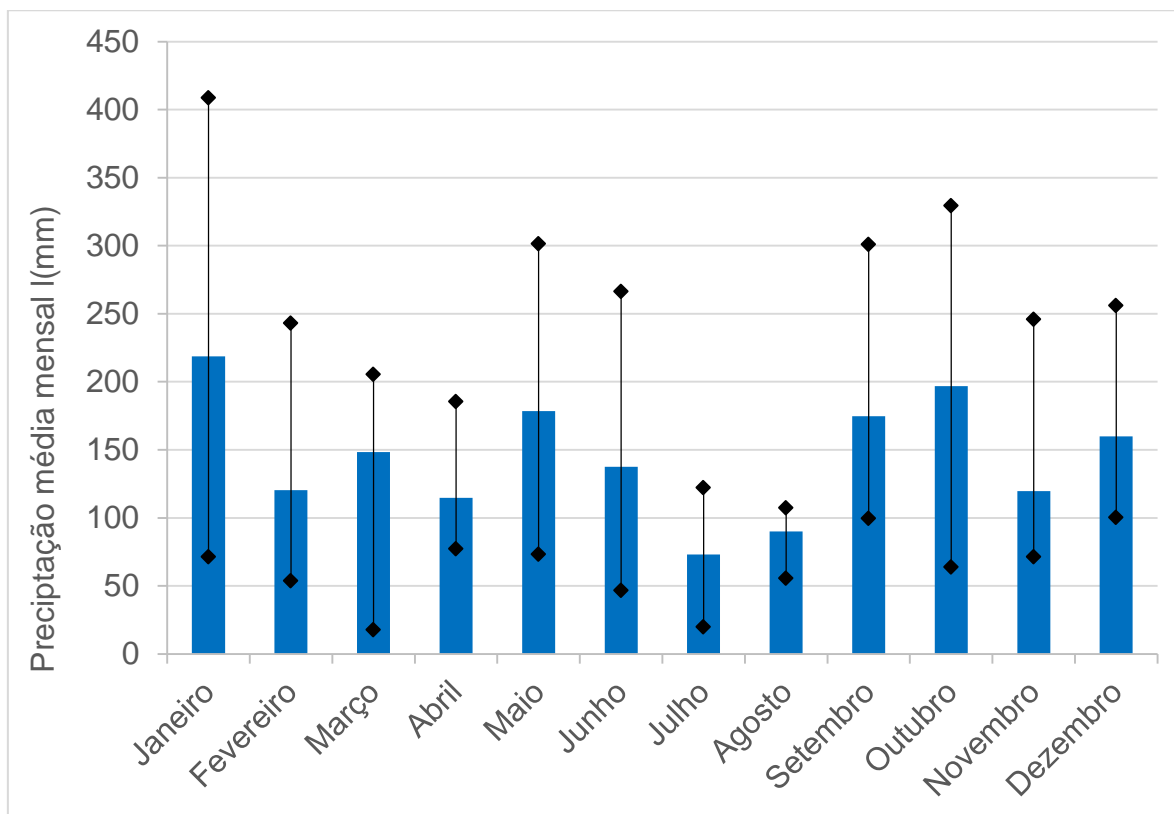
#### 4.2.2. Reservatório de água pluvial

O volume do reservatório de água pluvial foi determinado por meio do programa Netuno, conforme seção 3.4.2 do método.

Obtiveram-se 1.575 dados de precipitação diários iniciando no dia 07/11/2013 a 28/02/2018. A Figura 4.1 ilustra a precipitação média mensal de Itapema no período observado. A maior precipitação média mensal se dá no mês de janeiro, com 219 milímetros e a menor precipitação média mensal é no mês de julho, com 73 milímetros de chuva. A média anual é de 144 milímetros.

O descarte de escoamento inicial adotado foi de dois milímetros, conforme recomendação da NBR 15527 (ABNT, 2007).

Figura 4.1 – Precipitação média mensal com máximos e mínimos em Itapema – SC no período de 07/11/2013 a 28/02/2018



O número estimado de moradores é de 144 pessoas. Os vasos sanitários das salas comerciais não serão abastecidos por água pluvial, por isso a população das salas foi desconsiderada para a simulação.

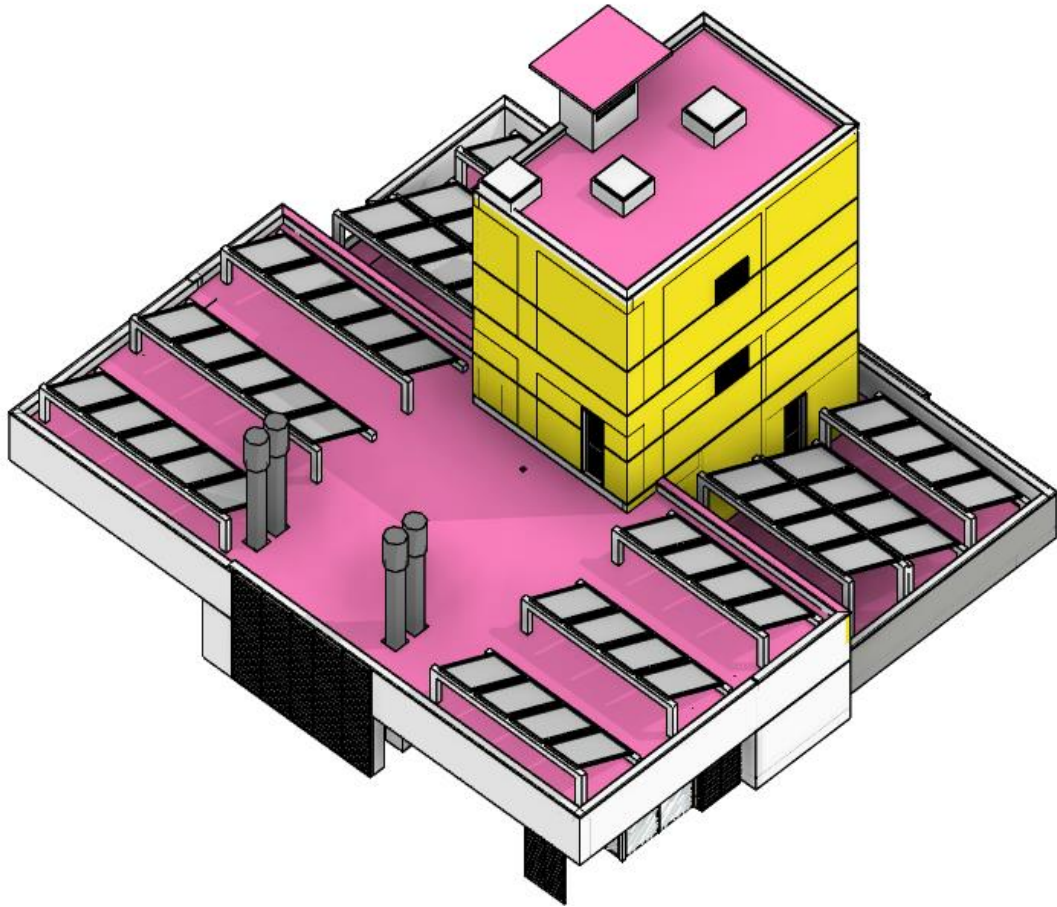
O coeficiente de escoamento superficial, ou coeficiente de *runoff*, representa a relação entre o volume total de escoamento superficial e o volume total precipitado. Esse coeficiente é utilizado, pois ocorrem perdas devido à evaporação e absorção da água pelos materiais por onde esco. Conforme Tomaz (2010), o coeficiente de *runoff* para uma laje de concreto é de 0,95. Este será o valor adotado.

A área de captação de água pluvial que pode ser aproveitada e não possui circulação de pessoas, veículos ou animais é a área da cobertura, totalizando 401,80 m<sup>2</sup>.

A Figura 4.2 ilustra as áreas de captação consideradas. A área destacada em rosa é considerada como superfície plana horizontal e a área real é a área considerada para cálculo. A área destacada em amarelo, por sua vez, é uma superfície vertical plana e deve ter sua área dividida por dois, como estabelecido pela NBR 10844 (ABNT, 1989).



Figura 4.2 – Destaque da área de captação da cobertura da edificação.



Fonte: adaptado de EA+ Studio (2018).

Nos pavimentos tipo existem algumas lajes que servem de área técnica para posicionar as condensadoras do pavimento, conforme indicado em rosa na Figura 4.3. A água pluvial captada por estas lajes também será direcionada ao reservatório inferior de água pluvial, pois não há circulação de pessoas, veículos ou animais. Entretanto, a área de captação não será considerada para simulação de potencial de aproveitamento de água pluvial, pois quando chove, um lado da edificação é mais atingido devido à ação de ventos, portanto não terá contribuição dos dois lados. Além disso, as lajes dos pavimentos abaixo do oitavo têm a captação prejudicada por estarem cobertas pela laje da área técnica superior.

Figura 4.3 – Destaque das áreas técnicas dos pavimentos tipo.



Fonte: adaptado de EA+ Studio (2018).

Analisou-se os volumes de reservatórios ideais para três cenários onde os usos finais para os vasos sanitários e torneiras de jardim variavam, de acordo com a seção 3.3 do método. Foram estabelecidos três cenários de usos finais: mínimo, médio e máximo, representando, respectivamente, 10%, 20% e 35% de substituição de água potável por água pluvial.

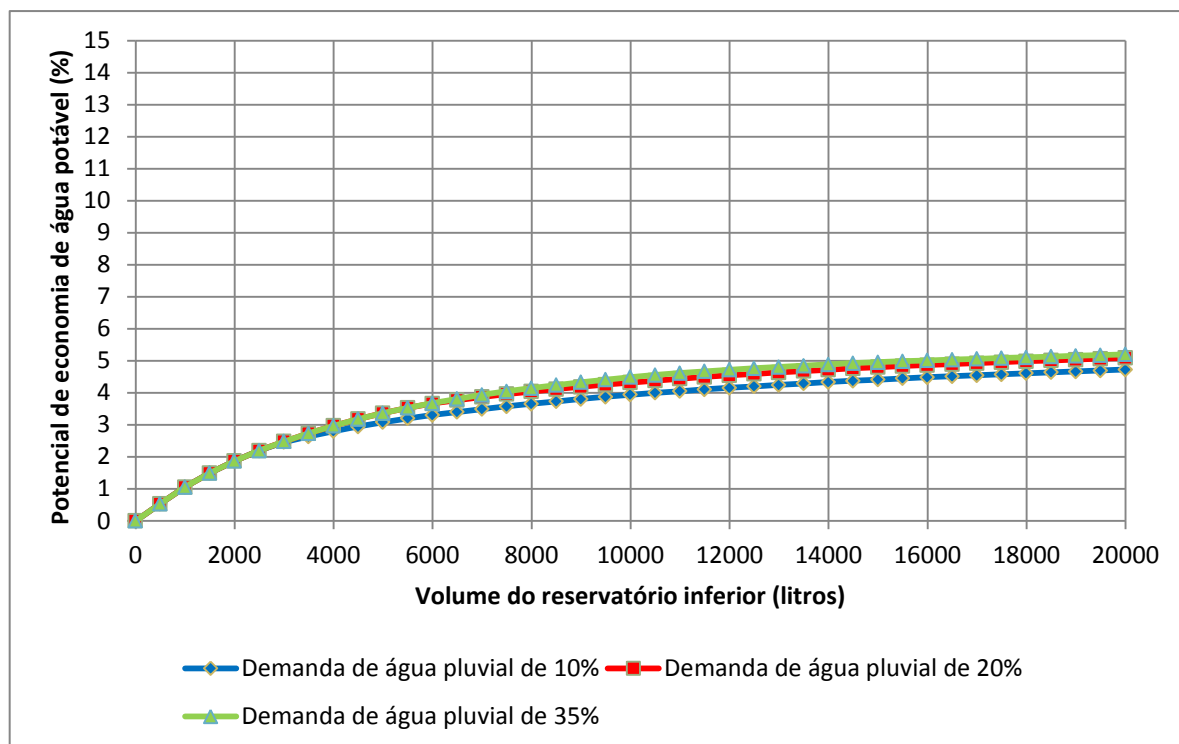
A Tabela 4.2 apresenta os dados de entrada para as simulações realizadas para os três cenários de usos finais de água.

Tabela 4.2 – Dados de entrada para simulação no programa Netuno.

<b>Dados de entrada</b>	<b>Cenário mínimo</b>	<b>Cenário médio</b>	<b>Cenário máximo</b>
Demanda total a ser substituída por água pluvial (%)	10	20	35
Descarte do escoamento inicial (mm)	2	2	2
Área de captação (m <sup>2</sup> )	361,43	361,43	361,43
Demanda total de água potável (litros per capita/dia)	200	200	200
Número de moradores	144	144	144
Coeficiente de escoamento superficial	0,95	0,95	0,95
Volume máximo simulado (litros)	20.000	20.000	20.000
Intervalo entre volumes (litros)	500	500	500
Diferença entre potenciais de economia de água potável (%/m <sup>3</sup> )	1	1	1
Volume do reservatório superior (litros)	2.880	5.760	10.080

A Figura 4.4 apresenta as curvas de potencial de economia em função do volume do reservatório para os três cenários de substituição de água potável por água pluvial. Até o volume do reservatório inferior de 3.000 litros, o potencial de economia de água potável para os três cenários estabelecidos é o mesmo. Aumentando o volume do reservatório inferior, o potencial de economia para o cenário de uso final máximo é o que apresenta maior potencial de economia, atingindo o máximo quando o reservatório inferior é de 20.000 litros e o potencial de economia de água potável de 5,20%.

Figura 4.4 – Potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório



A Tabela 4.3 apresenta o volume de reservatório ideal e o potencial de economia de água potável para cada cenário de demanda de água pluvial. O maior potencial de economia é de 4,15% quando a demanda total de água potável a ser substituída por pluvial é de 10% e o volume de reservatório ideal também é o maior, com 12.000 litros. O menor potencial de economia de água potável se dá quando se substitui 35% da demanda total de água potável por água pluvial. Nesse caso, o volume de reservatório ideal é de 5.500 litros e o potencial de economia obtido é de 3,53%.

Tabela 4.3 – Volumes de reservatórios e potenciais de economia de água potável para diferentes demandas de água pluvial.

<b>Demanda total a ser substituída por água pluvial (%)</b>	<b>Volume de reservatório ideal (litros)</b>	<b>Potencial de economia obtido (%)</b>
10	12.000	4,15
20	7.000	3,87
35	5.500	3,53

O potencial de economia de água potável não varia muito para os diferentes cenários de usos finais de água. Sendo assim, adotou-se o maior reservatório inferior indicado pelo

programa Netuno: 12.000 litros. Comercialmente, encontra-se apenas reservatório de 10.000 litros ou 15.000 litros. Adotou-se, portanto, um reservatório inferior de 15.000 litros.

A Tabela 4.4 apresenta os potenciais de economia de água potável para os três cenários propostos para um reservatório inferior de 15.000 litros. A Tabela 4.4 também apresenta os volumes do reservatório superior para cada cenário, levando em conta a premissa adotada de que o reservatório superior será igual à demanda diária de água pluvial.

Tabela 4.4 – Potencial de economia de água potável para reservatório inferior de 15.000 litros e volume do reservatório superior para diferentes cenários.

<b>Demanda total a ser substituída por água pluvial (%)</b>	<b>Potencial de economia de água potável (%)</b>	<b>Volume do reservatório superior (litros)</b>
10	4,41	2880
20	4,80	5760
35	4,95	10.080

O reservatório superior de água pluvial foi dimensionado para suprir a demanda de 35% de água potável, equivalente a 10.080 litros. Entretanto, de forma a não superdimensionar o sistema, adotou-se um reservatório superior de 10.000 litros, considerando que a alternativa seria adotar um reservatório de 15.000 litros. O reservatório superior de 10.000 litros equivale a 34,7% da demanda total de água potável.

Por meio da análise da Tabela 4.4, verificou-se que o potencial de economia obtido não supre a demanda em nenhum dos três cenários propostos devido ao alto consumo de água na edificação e reduzida área de captação.

A Tabela 4.5 apresenta resultados obtidos das pesquisas de Kammers (2007) e Dalsenter (2016) realizadas em edificações residenciais multifamiliares em Florianópolis, com dados similares a este trabalho. Kammers (2007) obteve um potencial de economia de 4,54%, para demanda de água pluvial de 18,3% e área de coleta de 363,9 m<sup>2</sup>. O estudo de Dalsenter (2016) resultou em potencial de economia de água potável de 7,98% para demanda de água pluvial de 24,2% e 468 m<sup>2</sup> de área de coleta.

Tabela 4.5 – Potenciais de economia de água potável obtidos em pesquisas similares

<b>Dados utilizados</b>	<b>Kammers (2007)</b>	<b>Dalsenter (2016)</b>
Área de coleta (m <sup>2</sup> )	363,9	468
Consumo per capita de água potável (litros/dia)	200	161
Número de moradores	130	106
Demanda de água pluvial (%)	18,3	24,2
Volume adotado para o reservatório superior (litros)	5000	5000
Volume adotado para o reservatório inferior (litros)	20000	15000
Potencial de economia de água potável (%)	4,54	7,98

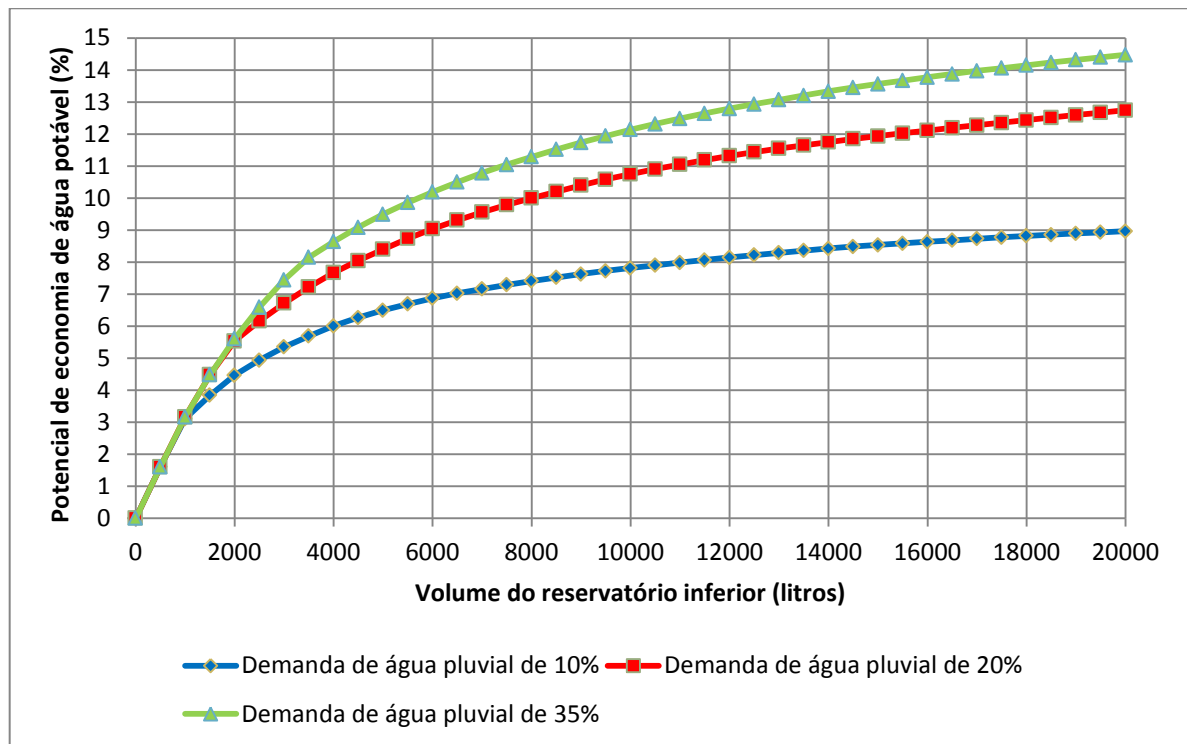
Fonte: adaptado de Dalsenter (2016); Kammers (2007).

Kammers (2007) estudou o potencial de economia ao reduzir o número de moradores, obtendo um potencial de economia de 8,71% para 65 moradores e um potencial de economia de 15,63% para 30 moradores.

Conforme solução proposta por Kammers (2007) será realizada uma última análise do potencial de economia de água potável em substituição de água pluvial diminuindo a população, pois fora da temporada de verão, a edificação poderá não ser utilizada na sua capacidade total devido a muitos moradores utilizarem o apartamento como casa de veraneio. Será analisado o potencial de economia de água potável para os três cenários propostos (mínimo, médio e máximo) considerando duas pessoas por dormitório, totalizando 96 pessoas e uma pessoa por dormitório, totalizando 48 pessoas.

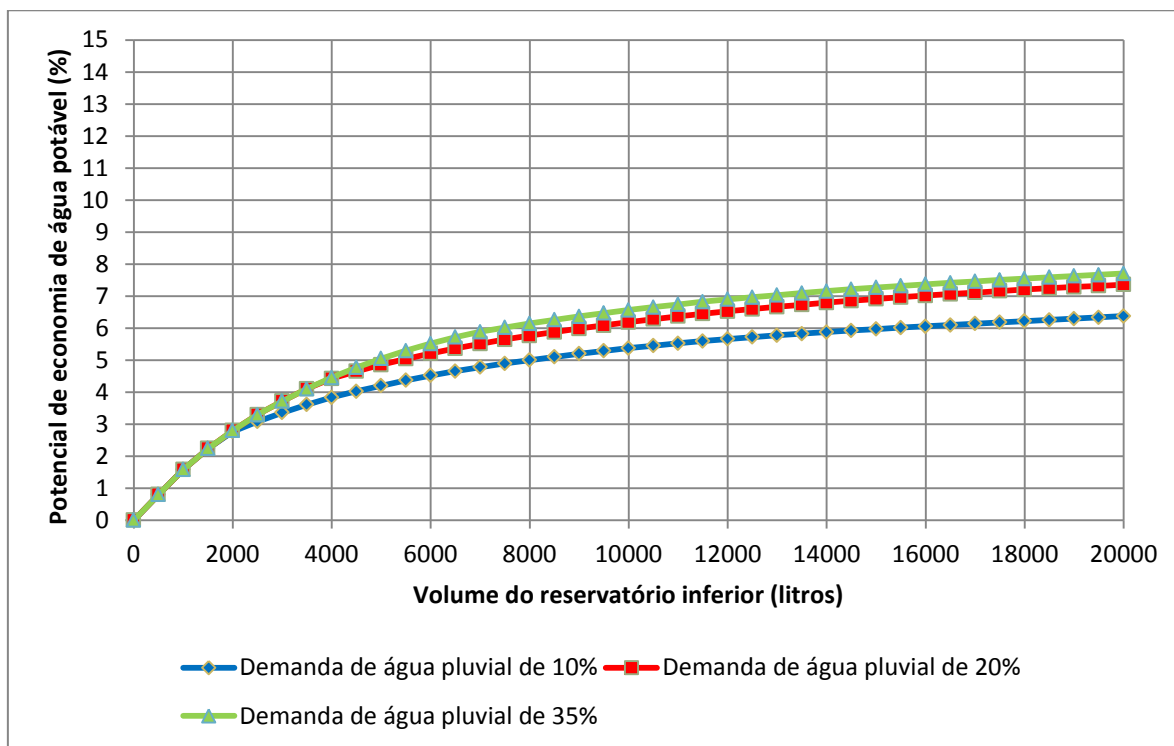
A Figura 4.5 apresenta as curvas de potencial de economia em função do volume do reservatório para demanda de água pluvial de 10%, 20% e 35% e população de 48 pessoas. O maior potencial de economia de água potável é de 14,5% e se dá quando a substituição da demanda de água pluvial é de 35% e o volume do reservatório inferior é de 20.000 litros.

Figura 4.5 – Potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório para população de 48 pessoas.



Na Figura 4.6, é possível perceber que o maior potencial de água potável também é dado quando a substituição da água pluvial é a do cenário máximo de 35% para um volume de reservatório inferior de 20.000 litros. Obteve-se 7,7% de economia de água potável, substituindo-a por água pluvial.

Figura 4.6 – Potencial de economia de água potável em função do volume do reservatório para população de 96 pessoas.



A Tabela 4.6 apresenta o volume ideal de reservatório inferior para o número de moradores de 48 pessoas e 96 pessoas para cada um dos três cenários propostos de demanda de água pluvial. O maior potencial de economia foi de 12,48%, com respectivo reservatório inferior de 11.000 litros para 48 moradores.

Tabela 4.6 – Volume ideal de reservatório inferior e potencial de economia de água potável em função do número de moradores.

Número de moradores	Demanda total a ser substituída por água pluvial (%)	Volume do reservatório ideal (litros)	Volume do reservatório superior (litros)	Potencial de economia (%)
48	10	16000	960	8,63
	20	14500	1920	11,85
	35	11000	3360	12,48
96	10	14500	1920	5,92
	20	10500	3840	6,28
	35	7000	6720	5,88



Para a população calculada conforme o código de obras de Itapema (três pessoas por dormitório) adotou-se um reservatório inferior de 15.000 litros e um reservatório superior de 10.000 litros. A Tabela 4.7 apresenta os potenciais de economia para os três cenários propostos de usos finais e os três cenários de população (48 pessoas, 96 pessoas e 144 pessoas) utilizando os reservatórios superior e inferior adotados.

Tabela 4.7 – Potencial de economia com volume de reservatório fixo ao variar o número de moradores.

<b>Número de moradores</b>	<b>Demanda total a ser substituída por água pluvial (%)</b>	<b>Volume do reservatório inferior (litros)</b>	<b>Volume do reservatório superior (litros)</b>	<b>Potencial de economia (%)</b>
48	10	15.000	10.000	8,76
	20			12,59
	35			14,16
96	10	15.000	10.000	6,29
	20			7,18
	35			7,43
144	10	15.000	10.000	4,59
	20			4,95
	35			5,01

Percebe-se que a demanda total de água pluvial não foi atingida em nenhum dos casos, mesmo alterando a população. Alternativa para que a demanda seja suprida seria aumentar a área de captação de água pluvial, o que é inviável para esta edificação. Portanto, conclui-se que, do ponto de vista técnico, a utilização da água pluvial não supre as necessidades da edificação e é inviável para uso em vasos sanitários e torneiras de jardim. Entretanto, é necessário salientar a importância da utilização do aproveitamento de água pluvial para a preservação dos recursos hídricos. Por este motivo, deu-se continuidade ao projeto de instalações hidrossanitárias utilizando a água pluvial, com um volume de reservatório inferior de 15.000 litros e reservatório superior de 10.000 litros.

Conforme especificado na seção 3.4.2, após a captação, a água pluvial deverá passar por um filtro para a remoção de detritos sólidos grosseiros e em seguida por um reservatório de descarte do volume da precipitação inicial.

O volume de descarte inicial equivale à multiplicação da área de captação com a lâmina de água de dois milímetros da precipitação inicial. A área de captação é de 361,43 m<sup>2</sup>, portanto o volume de descarte inicial é de 722,86 litros. Adotou-se um reservatório de



O reservatório superior de água pluvial tem volume de 10.000 litros. Considerando-se oito pastilhas de cloro, tem-se que a quantidade de cloro liberada por dia é de 11,44 gramas e a concentração é de 1,14 mg/L, estando dentro dos limites da norma. A desinfecção do reservatório superior de água pluvial deve ser feita introduzindo oito pastilhas de cloro de 20 gramas a cada 14 dias.

#### 4.2.3. Reservatório de água quente

O consumo diário de água quente é obtido pelo produto da população total da edificação com o consumo per capita diário.

As salas comerciais não serão abastecidas com água quente, portanto, a população total que será abastecida com água quente é de 144 pessoas. Considerando 60 litros de água quente por pessoa por dia, tem-se 8.640 litros de água quente por dia.

Adotou-se três reservatórios verticais de acumulação KOMECO (ou similar) de 3.000 litros cada.

#### 4.3. Dimensionamento das placas coletoras

A quantidade de calor necessária para aquecer os 9.000 litros de água quente é dada pela Equação (3.3), por meio do produto da massa de água quente com o calor específico da água e a variação de temperatura. A massa de água quente é de 9.000.000 gramas, o calor específico da água é de 1 cal/g°C e a variação de temperatura é de 48,1°C, conforme especificado na seção 3.5 do método. Com os valores das variáveis definidos, tem-se que o calor necessário para aquecer 9.000 litros de água é de 432.900 Kcal/dia.

Adotou-se para o projeto, conforme seção 3.5 do método, as placas coletoras da *Rinnai*, modelo RSC-2000T, com 2,0 m<sup>2</sup> de área coletora por placa e 91% de eficiência. A intensidade de irradiação solar adotada foi a média anual para o município de Itapema, 3,94 kWh/m<sup>2</sup>.dia.

A área das placas coletoras é dada pela equação (3.3), por meio da razão entre o calor necessário para aquecer a água e a intensidade de irradiação solar multiplicada pelo rendimento dos coletores. Portanto, a área de placas coletoras necessária para aquecer os 9.000 litros de água dos reservatórios térmicos é de 140,4 m<sup>2</sup>, ou seja, 70 placas coletoras de dois metros quadrados. Entretanto, o espaço físico é restrito e só há espaço para 64 placas coletoras.

Adotou-se 64 placas coletoras de dois metros quadrados cada, equivalendo a 128 metros quadrados de área de placas. Essa área de placas é suficiente para aquecer apenas 8.206 litros.

A edificação contará com um aquecimento auxiliar de água, representado por um aquecedor de passagem a gás em cada apartamento. O aquecimento auxiliar visa suprir a demanda quando a água não estiver a temperaturas adequadas para utilização.

#### 4.4. Dimensionamento dos conjuntos elevatórios

##### 4.4.1. Conjunto elevatório de água potável

O volume de água potável a ser bombeado em um dia é igual à demanda de água potável somada a reserva técnica de incêndio, que é igual a 40.363 litros. Por se tratar de uma edificação multifamiliar, a NBR 5626 (ABNT, 1998) recomenda que sejam consideradas cinco horas de funcionamento para a motobomba. Portanto, a vazão de recalque para a tubulação de água potável é de 8,1 m<sup>3</sup>/h. O diâmetro da tubulação de recalque calculado é de 50 milímetros e para a tubulação de sucção adotou-se o diâmetro imediatamente superior, 60 milímetros. A altura manométrica calculada é igual a 53 m.c.a..

O Anexo D apresenta o catálogo de motobomba do fabricante. Através dele, verificou-se o modelo ideal de motobomba como sendo o modelo ME-AL/BR 1640, o qual para uma altura manométrica de 55 m.c.a. é adequado para vazões até 8,4 m<sup>3</sup>/h, satisfazendo os valores calculados.

##### 4.4.2. Conjunto elevatório de água pluvial

A demanda de água pluvial diária da edificação é de 10.080 litros. Considerando-se 5 horas de funcionamento da motobomba, obtém-se a vazão de recalque para tubulação de água pluvial de 2,1 m<sup>3</sup>/h. A partir da vazão e do tempo de funcionamento da motobomba, determinou-se o diâmetro da tubulação de recalque de 25 milímetros e o diâmetro da tubulação de sucção de 32 milímetros. A altura manométrica total, somadas as alturas manométricas de recalque e sucção é de 51,4 m.c.a..

Por meio do Anexo D, determinou-se o modelo ME-AL/BR 1420 como o modelo ideal de motobomba para a tubulação de água pluvial. O modelo é indicado para vazões de até 4,0 m<sup>3</sup>/h para altura manométrica máxima de 55 m.c.a..

#### 4.5. Dimensionamento das calhas e condutores

A cobertura não possui telhado, somente laje impermeabilizada, portanto dividiu-se a cobertura em áreas menores de forma que a espessura do preenchimento para dar o caimento de 1% da laje não ultrapassasse 15 centímetros. A Tabela 4.8 apresenta as vazões para cada divisão de área de captação.

Tabela 4.8 – Áreas de captação com respectivas vazões e calhas adotadas no projeto.

Pavimento	Região	Área de contribuição no plano (m <sup>2</sup> )	Área de contribuição de paredes (m <sup>2</sup> )	Intensidade (mm/h)	Vazão (l/min)
<b>Cobertura Reservatórios</b>	A1	30,78	-	120	61,556
<b>Cobertura superior</b>	A2	18,99	-	120	37,976
	A3	28,59	22,5441		102,2682
	A4	18,83	-		37,656
	A5	19,08	-		38,16
	A6	32,57	-		65,146
	A7	18,73	-		37,454
<b>Cobertura inferior</b>	A8	24,47	21,3963	120	91,7326
	A9	19,80	29,5054		98,6028
	A10	21,87	16,8044		77,3568
	A11	17,65	16,8044		68,9148
	A12	3,02	-		6,044

A calha adotada é de concreto, com seção de 15x5cm. A Tabela 4.9 apresenta as características para a calha adotada e a vazão máxima de 132,33 l/min. Percebe-se que a vazão máxima da calha adotada é maior que as vazões de projeto das áreas da cobertura, portanto tem capacidade para coletar a água pluvial.

Tabela 4.9 – Características da calha de concreto 15x5cm

<b>Área molhada (m<sup>2</sup>)</b>	0,00375
<b>Raio hidráulico (m)</b>	0,01875
<b>Coefficiente de rugosidade</b>	0,012
<b>Declividade da calha (%)</b>	1
<b>Vazão da calha (l/min)</b>	132,33

Os condutores verticais foram dimensionados por meio do Ábaco para calhas com saída em aresta viva. Devido à divisão em áreas menores da cobertura e a adoção de oito colunas de água pluvial, percebeu-se que o diâmetro de 75 milímetros atende as vazões de projeto das colunas de água pluvial.

Adotou-se uma inclinação padrão de 1% para os condutos horizontais de água pluvial. Para o dimensionamento adotou-se a tabela da NBR 10804 (ABNT, 1989), conforme seção 3.8. Em alguns casos, o diâmetro de 125 mm seria suficiente para suprir a vazão, porém este diâmetro não existe no mercado. Adotou-se, para estes casos, a tubulação de diâmetro imediatamente superior de 150 mm.

#### 4.6. Dimensionamento das tubulações

##### 4.6.1. Tubulações hidráulicas

Os apartamentos são dotados de medidores individuais de água quente, água fria e água pluvial. Por este motivo, a distribuição de água se dá por uma coluna que abastece toda a edificação. Buscou-se uniformizar os diâmetros das colunas nos pavimentos tipo para facilitar a execução, entretanto, na verificação da pressão da coluna de água fria, seguindo com o mesmo diâmetro por todos os pavimentos tipo, no pavimento térreo, a pressão da tubulação ultrapassaria o máximo de 40 m.c.a. estabelecido por norma.

A coluna de água fria 1 (AF-1) abastece seis chuveiros, oito lavatórios, quatro pias, duas máquinas de lavar louça, duas máquinas de lavar roupa, dois tanques e seis duchas higiênicas em cada pavimento tipo. No pilotis lazer abastece quatro lavatórios, um chuveiro, duas pias e duas máquinas de lavar louça. Por último, no pavimento térreo a coluna AF-1 abastece quatro lavatórios e quatro vasos sanitários

A coluna de água pluvial (AR-1) abastece oito vasos sanitários em cada pavimento tipo, quatro vasos sanitários, duas torneiras de jardim no pavimento pilotis e uma torneira de jardim em cada pavimento garagem.

A coluna de água quente (AQ-1) abastece seis chuveiros, quatro lavatórios, quatro pias e dois tanques em cada pavimento tipo. Também abastece quatro lavatórios e duas pias no pavimento pilotis.

Verificou-se a pressão e a velocidade das colunas para a hipótese do reservatório estar com o volume mínimo de água e também para quando o reservatório estiver cheio e em

ambas as hipóteses a pressão e a velocidade calculada estavam dentre os valores limites estabelecidos pela norma.

#### 4.6.2. Tubulações sanitárias

O dimensionamento das tubulações sanitárias seguiu a seção 3.2.2.

O tubo de queda 6 (TQ-6), por exemplo, recebe contribuições de dois vasos sanitários, dois lavatórios e dois chuveiros em cada pavimento, totalizando 18 unidades de Hunter de contribuição (UHC) por pavimento. Do 8º ao 2º pavimento tipo, tem-se um total de 126 UHC, portanto, o tubo de queda de 100 milímetros é adequado. No primeiro pavimento tipo, os mesmos cômodos são direcionados ao tubo de queda 10 (TQ-10), o qual se junta ao TQ-6 no pavimento pilotis. No pilotis lazer, os tubos TQ-3, TQ-8 e TQ-1 se juntam aos TQ-6 e TQ-10 totalizando 328 UHC. Para o dimensionamento do tubo de queda, o limite para prédios com mais de três pavimentos é de 500 UHC para um diâmetro de tubo de 100 milímetros. Entretanto, como a junção ocorre na horizontal, com declividade de 1%, tem-se que o diâmetro deve ser de 150 milímetros, assim como tubo TQ-12 que é direcionado ao pavimento térreo.

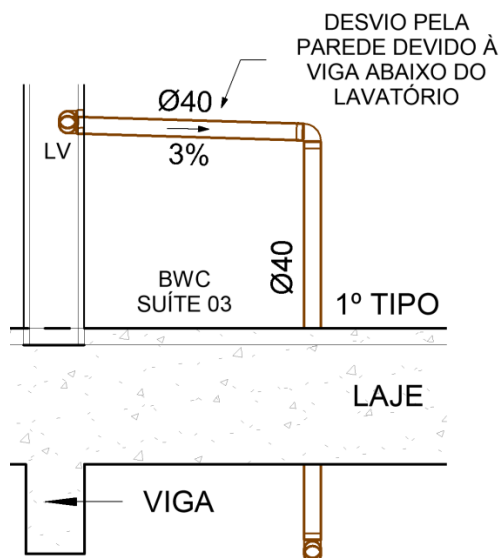
Os tubos de queda referentes às máquinas de lavar roupa e tanque foram direcionados a uma caixa de inspeção sifonada antes de serem direcionados para a rede municipal de esgoto.

#### 4.7. Compatibilização de projetos

Durante a execução do projeto hidrossanitário, a compatibilização deste com a arquitetura e estrutura foi priorizada. Procurou-se evitar furos em vigas e, onde não era possível evitar, utilizar os furos já existentes.

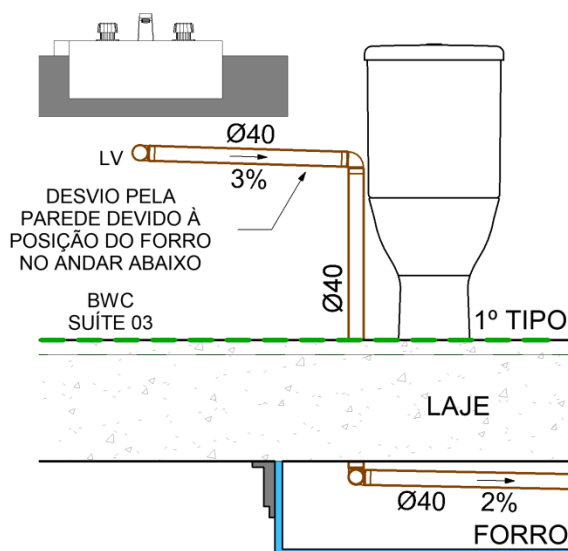
Nos pavimentos tipo, nos banheiros das suítes 1 e 3 do apartamento 2, a tubulação do lavatório não pode descer diretamente, pois havia uma viga embaixo da parede, por isso foi necessário um desvio, como mostra a Figura 4.8.

Figura 4.8 – Desvio da tubulação do lavatório nos pavimento tipo devido à viga.



Nos banheiros das suítes 1 e 3 do primeiro pavimento tipo do apartamento 1 ocorreu um desvio da tubulação do lavatório como mostra a Figura 4.9, pois não havia forro abaixo do lavatório.

Figura 4.9 – Desvio da tubulação do lavatório devido à posição do forro.

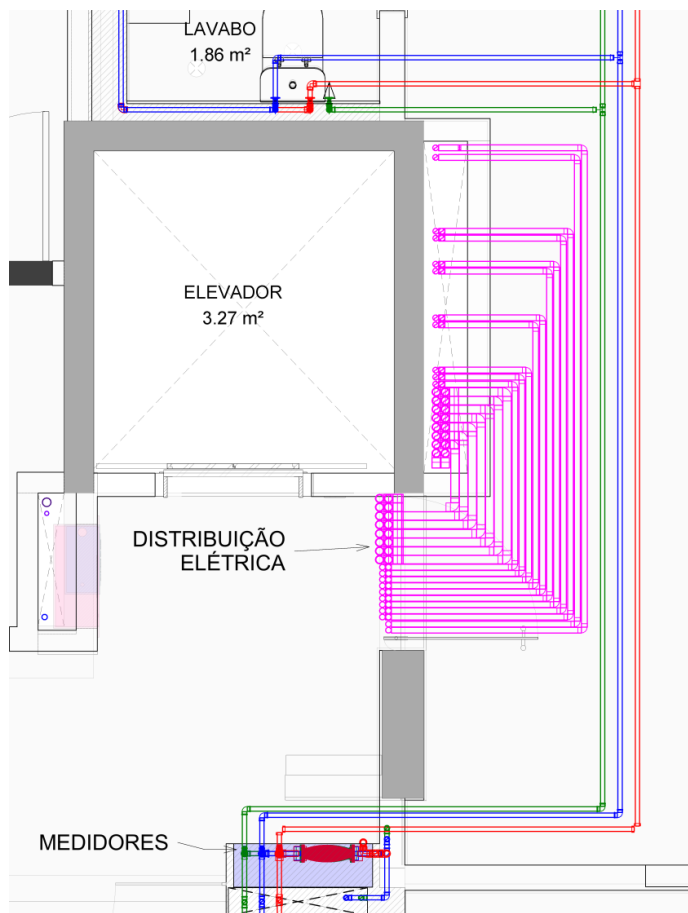


Apesar da compatibilização completa ter sido realizada apenas com a arquitetura e estrutura, pois eram os projetos disponíveis, obteve-se acesso às prumadas elétricas da edificação, compatibilizando-as com os demais projetos, como ilustra a Figura 4.10, na qual é possível observar que a tubulação hidráulica do pilotis não está passando pelo caminho mais



otimizado, que seria mais próximo à parede, devido à presença dos eletrodutos que sofrem um desvio de prumada neste pavimento.

Figura 4.10 – Tubulação hidráulica *versus* eletrodutos no pavimento pilotis.



Reitera-se a importância da compatibilização de projetos para a integração das soluções adotadas em todos os projetos, além de evitar o retrabalho e aumento no custo da obra.

#### 4.8. Apresentação de projetos

Os projetos hidráulico e sanitário completos encontram-se no Apêndice A, de forma impressa e de forma digital em um CD.

O projeto hidráulico apresenta as plantas baixas de todos os pavimentos com os respectivos detalhes isométricos e os esquemas verticais de água fria potável, água quente e água pluvial. São apresentados também esquemas de ligação dos reservatórios (inferior e superior) de água potável e de água pluvial, além de outros detalhes necessários para o entendimento completo do projeto.

## 5. Conclusão

Este trabalho alcançou o objetivo de elaborar o projeto hidrossanitário de uma edificação residencial multifamiliar com aquecimento solar de água e captação e aproveitamento de água pluvial para consumo não potável.

Consoante os objetivos propostos neste trabalho, foram definidos três cenários de substituição de água potável por água pluvial. Cenário mínimo com 10% de substituição, cenário médio com 20% de substituição e cenário máximo com 35% de substituição.

O volume do reservatório inferior de água pluvial foi dimensionado para atender ao reservatório ideal proposto pelo programa Netuno para o cenário máximo de substituição de água potável por pluvial, portanto adotou-se um reservatório inferior de 15.000 litros. O reservatório superior de água pluvial adotado foi de 10.000 litros correspondendo à demanda diária de 35% da água potável.

De acordo com a capacidade do reservatório de água pluvial, atingiu-se potencial de economia de água potável de apenas 5,01%, concluindo-se que, do ponto de vista técnico, é inviável a utilização do sistema de aproveitamento de água pluvial. Apesar do projeto de aproveitamento de água pluvial não ter apresentado viabilidade técnica, é importante ressaltar a importância desse projeto para a preservação dos recursos hídricos.

O reservatório de água quente foi dimensionado de forma a suprir a demanda de 60 litros de água quente por pessoa por dia, totalizando 8.640 litros por dia. Para atingir este objetivo, seriam necessárias 70 placas coletoras de 2,0 m<sup>2</sup> de área coletora e 91% de eficiência. Entretanto, o espaço físico permitiu a colocação de somente 64 placas coletoras, suprimindo a demanda de 8.206 litros. A edificação contará com aquecedores de passagem a gás individuais para suprir a demanda.

O projeto hidrossanitário foi realizado buscando integrar os sistemas de água fria, água quente, água pluvial e esgoto com a arquitetura e a estrutura. Obteve-se um traçado otimizado e claro, procurando manter um padrão entre os cômodos a fim de facilitar a execução. Evidenciaram-se todos os detalhes necessários para o entendimento completo do projeto.

A realização do projeto hidrossanitário utilizando a ferramenta Revit MEP, a qual permite a visualização tridimensional, evidenciou a importância da compatibilização utilizando estas ferramentas, principalmente, no que se refere à altura de tubulações e integração entre projetos. A ferramenta permitiu a otimização na realização do projeto e na compatibilização, além da obtenção de maior confiabilidade nos resultados.

### 5.1. Limitações do Trabalho

A imprecisão dos usos finais de água foi um limitante para o trabalho, pois a revisão de literatura apresentou resultados muito discrepantes.

O sombreamento das placas pelos elementos arquitetônicos não foi considerado, assim como as perdas térmicas da tubulação de água quente entre os reservatórios e as placas.

Um dos objetivos iniciais do trabalho era realizar o dimensionamento do sistema de tratamento de esgoto, entretanto a localização escolhida era abastecida com rede coletora de esgoto, portanto a arquitetura não previu um local para o sistema de tratamento de esgoto. Devido ao espaço limitado do terreno, não foi possível alocar o sistema para fins didáticos.

### 5.2. Sugestão para trabalhos futuros

Para trabalhos futuros, fica a sugestão de realizar a viabilidade econômica da implantação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial e aquecimento solar. Sugere-se também realizar um estudo de consumo de água na edificação quando pronta.

## REFERÊNCIAS

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10844**: Instalações prediais de águas pluviais. Rio de Janeiro, 1989.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7198**: Projeto e execução de instalações prediais de água quente. Rio de Janeiro, 1993a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7229**: Projeto, construção e operação de sistemas de tanques sépticos. Rio de Janeiro, 1993b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13969**: Tanques sépticos – Unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação. Rio de Janeiro, 1997.
- \_\_\_\_\_. **NBR 5626**: Instalação predial de água fria. Rio de Janeiro, 1998.
- \_\_\_\_\_. **NBR 5674**: Manutenção de Edifícios – Procedimento. Rio de Janeiro, 1999a.
- \_\_\_\_\_. **NBR 8160**: Sistemas prediais de esgoto sanitário – Projeto e execução. Rio de Janeiro, 1999b.
- \_\_\_\_\_. **NBR 12269**: Instalação de sistemas de aquecimento solar de água em circuito direto - Procedimento. Rio de Janeiro, 2006.
- \_\_\_\_\_. **NBR 15527**: Água da chuva – Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis - Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.
- AESBE. ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO ESTADUAIS. **Financiamento de investimentos em saneamento básico: medidas sugeridas para expansão sustentável e modernizadora**. Brasília: 2006. Disponível em: <<http://www.aesbe.org>>. Acesso em: 04 nov. 2017.
- AITA, F. **Estudo do desempenho de um sistema de aquecimento de água por energia solar e gás**. 2006. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2006.
- ANA - Agência Nacional de Águas. **Conservação e Reúso da água em edificações**. São Paulo: Prol Editora Gráfica, 2005. 152 p.
- ANA – Agência Nacional de Águas. **Conjuntura dos recursos hídricos: Informe 2016**. Brasília. 2016. 97p.
- ARO, Celso Ricardo. **A modernização tecnológica: seu patamar nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2004. 144f. Tese (Doutorado) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2005.
- AWAWDEH, M. et al. Rainwater harvesting assessment for a small size urban area in Jordan. **International Journal Of Water Resources And Environmental Engineering**, v. 4, n. 12, p.415-422, 2012.

- BARRETO, D. Perfil do consumo residencial e usos finais de água. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p.23-40, 2008.
- BRISCOE, J. Abastecimiento de agua y servicios de saneamiento: Su función em La revolución de La supervivência infantil. **Boletín de la Oficina Sanitaria Panamericanna**, v.103, n. 4, p.325-339, 1987.
- CAMPOS, M. A. S. **Aproveitamento de água pluvial em edifícios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**, 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2004.
- CBMSC: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA 03**: Carga de incêndio. Florianópolis, 2014a.
- CBMSC: CORPO DE BOMBEIROS MILITAR DE SANTA CATARINA. **INSTRUÇÃO NORMATIVA 07**: Sistema hidráulico preventivo. Florianópolis, 2014b.
- CCEE. **Câmara de Comercialização de Energia Elétrica**. Disponível em: <<http://www.ccee.org.br>>. Acesso em: out 2017.
- CEMADEN. Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais. **Mapa interativo**. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/>>. Acesso em: mar. 2018.
- COELHO, G. M.; GHISI, E. Avaliação dos usos finais de água em residências unifamiliares localizadas em Blumenau-SC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, Fortaleza, CE.
- CONSTRUTORA E INCORPORADORA CONTINENTE. Disponível em: <<http://www.construtoracontinente.com.br/pt/>>. Acesso em: mar. 2018.
- DALSENTER, M. E. V. **Estudo do potencial de economia de água potável por meio do aproveitamento de água pluvial em um condomínio residencial multifamiliar localizado em Florianópolis – SC**. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2016.
- DOMÈNECH, L.; SAURÍ, D. A comparative appraisal of the use of rainwater harvesting in single and multi-family buildings of the Metropolitan Area of Barcelona (Spain): social experience, drinking water savings and economic costs. **Journal of Cleaner Production**, v. 19, n. 6-7, p.598-608, 2011.
- EA+ STUDIO. **Empresa de Arquitetura**. Disponível em: < <http://www.eamais.net/#>>. Acesso em: fev 2018.
- FASOLA, G. B.; GHISI, E.; MARINOSKI, A.K.; BORINELLI, J. B. Potencial de economia de água em duas escolas em Florianópolis, SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 65-78, 2011.

- FERREIRA, C. A.; MORUZZI, R. B.. Considerações sobre a aplicação do telhado verde para captação de água de chuva em sistemas de aproveitamento para fins não potáveis. In: ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2, 2007, Campo Grande. p. 1027-1036.
- FISH, M.M.; GUIGAS, M.; DALENBACK, J. O. A review of large-scale solar heating systems in Europe. **Solar Energy**, v.63, n.6, p.355-66, 1998.
- FORTLEV. Catálogo de Produtos. Disponível em: <[http://www.fortlev.com.br/uploads/2015/03/catalogo\\_de\\_produtos.pdf](http://www.fortlev.com.br/uploads/2015/03/catalogo_de_produtos.pdf)>. Acesso em: mar. 2018.
- FUNASA. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3<sup>a</sup>. Ed. Brasília, 2004. 404p.
- GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. **Building and Environment**, v. 41, n.11, p.1544-1550, 2006.
- GHISI, E.; CORDOVA, M.M. **Netuno**. Versão 4. Programa computacional para cálculo do potencial de economia de água potável utilizando água pluvial. Florianópolis, 2014. Disponível em: <<http://www.labee.ufsc.br/downloads/softwares/netuno>>. Acesso em: mar. 2018.
- GHISI, E.; FERREIRA, D.F. Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. **Building and Environment**, v.42, p. 2512-2522, 2007.
- GHISI, E.; FONSECA, D. F.; ROCHA, V.L. Rainwater harvesting in petrol stations in Brasília: Potential for potable water savings and investment feasibility analysis. **Resources, Conservation and Recycling**, v.54, p.79-85, 2009.
- GHISI, E.; MONTIBELLER, A.; SCHMIDT, R. W. Potential for potable water savings by using rainwater: An analysis over 62 cities in southern Brazil. **Building and Environment**, v.41, p.204-210, 2006.
- GHISI, E.; OLIVEIRA, S.M. Potential for potable water savings by combining the use of rainwater and greywater in houses in southern Brazil. **Building and Environment**, v.42, p.1731-1742, 2007.
- GROUP RAINDROPS. **Aproveitamento da água de chuva**. Curitiba, 2002, 1<sup>a</sup> edição. Ed. Organic Trading, 196 p.
- GUARIENTE, L. J. **Estudo comparativo do desempenho de um sistema de aquecimento de água por energia solar com circulação natural e com circulação forçada**. 2005. 178 f. Dissertação (Mestrado) – Pós Graduação de Engenharia de Edificações e Saneamento, Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2005.
- HELMREICH, B.; HORN, H. Opportunities in rainwater harvesting. **Desalination**, v. 248, n. 1-3, p.118-124, 2009.

- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: ago 2017.
- ILHA, M.S.O.; GONÇALVES O. M. **Qualidade dos Sistemas Hidráulicos Prediais**. São Paulo, 1993. 50p. Texto Técnico TT/PCC/07 – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ITAPEMA (Município). Decreto Municipal nº 49, de 22 de julho de 2003. **Regulamento da Prestação dos Serviços de Abastecimento de água e de Esgotamento Sanitário do Município de Itapema**. Itapema, Disponível em: <<http://www.aguasdeitapema.com.br/legislacoes/regulamento>>. Acesso em: 04 fev. 2018.
- ITAPEMA (Município). Lei Complementar nº 8, de 06 de fevereiro de 2002. **Código de Obras**. Itapema. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/prefeitura/sc/itapema>>. Acesso em: 04 fev. 2018.
- KAMMERS, P. C. **Projeto de instalações hidráulicas de água fria com aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multifamiliar localizado em Florianópolis**. Dissertação (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, 2007.
- LAFAY, J. S. **Análise energética de sistemas de aquecimento de água com energia solar e gás**. 2005. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Mecânica, Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.
- LEONETI, A. B.; PRADO, E.; OLIVEIRA, S. V. W. Saneamento básico no Brasil: considerações sobre investimentos e sustentabilidade para o século XXI. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 2, p.331-348, 2011.
- LIMA, J. A; DAMBROS, M. V. R.; ANTONIO, M. A. P. M.; JANZEN, J. G.; MARCHETTO, M. Potencial da economia de água potável pelo uso de água pluvial: análise de 40 cidades da Amazônia. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 3, p.291-298, 2011.
- LIMA, J. B. A. **Otimização de sistema de aquecimento solar de água em edificações residenciais unifamiliares utilizando o programa TRNSYS**. 2003. 123f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- MARINOSKI, D. L.; GHISI, E. GÓMEZ, L.A. Aproveitamento de água pluvial e dimensionamento de reservatório para fins não potáveis: estudo de caso em um conjunto residencial localizado em Florianópolis – SC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10, 2004, São Paulo, 13p.
- MARINOSKI, A. K.; GHISI, E. Aproveitamento de água pluvial para usos não potáveis em instituição de ensino: estudo de caso em Florianópolis – SC. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 67-84, 2008.

- MARINOSKI, A. K.; VIEIRA A. S.; SILVA, A. S.; GHISI, E. Water End-Uses in Low-Income Houses in Southern Brazil. **Water**, Basel, Switzerland, v. 6, n. 7, p.1985-1999, 2014.
- MATOS, C.; TEIXEIRA,C.A.; DUARTE, A.A.L.S.; BENTES, I. Domestic water uses: characterization of daily cycles in the North region of Portugal. **Science of the Total Environment**, v.4558, p.444-450, 2013.
- MAY, S. **Caracterização, tratamento e reuso de águas cinzas e aproveitamento de águas pluviais em edificações**. 2008. 200 f. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.
- MELO, L. R. C.. **Variação da qualidade da água de chuva no início da precipitação**. 2007. 103 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental; Meio Ambiente; Recursos Hídricos e Hidráulica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
- MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução? **Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.3, n.1, p.79-99, 2008.
- MMA. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: out 2017.
- MME. Ministério de Minas e Energia. **Boletim Mensal de Monitoramento do Sistema Elétrico Brasileiro Agosto/2017**. Disponível em: <<http://www.mme.gov.br>>. Acesso em: out 2017.
- NÓBREGA, R. L. B. Avaliação da qualidade da água e da eficácia de barreiras sanitárias em sistemas para aproveitamento de águas de chuva. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 16, n. 3, p.81-93, 2011.
- OLIVEIRA, L.G. **Estudo simplificado de implantação de um sistema de aproveitamento de águas pluviais para o uso não-potável em edificações da Universidade Federal de Sergipe**. Trabalho de Conclusão de Curso. Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2009.
- OLIVEIRA, Y. V. **Uso do balanço hídrico seriado para o dimensionamento de estrutura de armazenamento de água das chuvas: estudos de casos**. 2004. 145 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- PHILIPPI, L. S. Funcionamento de fossas sépticas em condições reais: volume e acumulação de lodo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 17, Natal. **Anais... Natal: ABES**, v.2, tomo I, p. 633-642, 1993.
- LABSOL-UFRGS. Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. **RADIASOL**. Disponível em: < <http://www.solar.ufrgs.br/>>. Acesso em: mar. 2018.



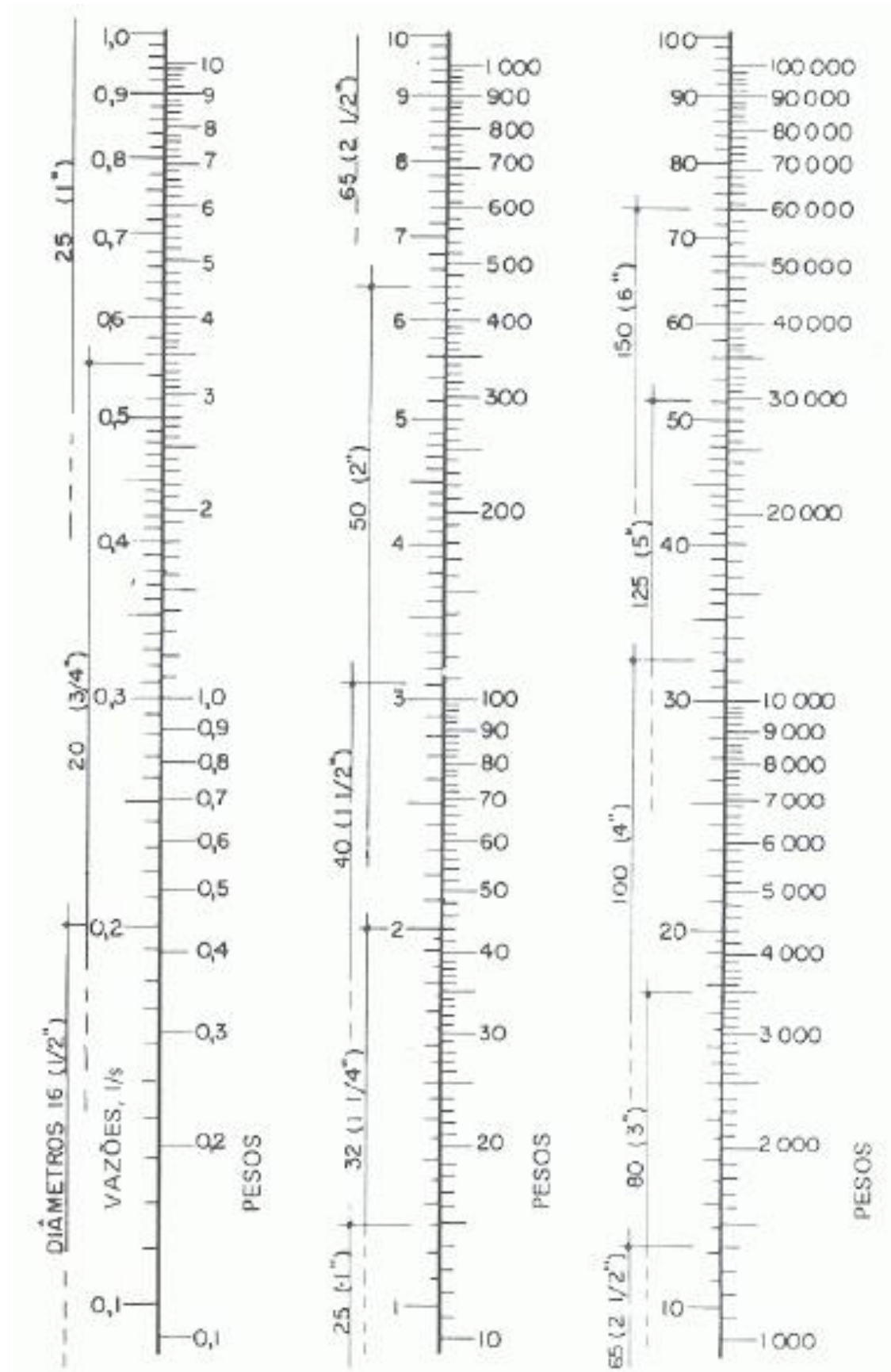
- RAHMAN, A.; KEANE, J.; IMTEAZ, M. A. Rainwater harvesting in Greater Sydney: water savings, reliability and economic benefits. **Resources, Conservation and Recycling**. v. 61, p.16-21, 2012.
- RINNAI. Coletor Solar Titanium Plus. Disponível em: <<https://www.rinnai.com.br/aquecedores-solar/coletores/coletor-solar-titanium-plus>>. Acesso em: mar. 2018.
- SABUNDJIAN, G. et al. Análise Teórico e experimental do fenômeno de circulação natural. In: ENCONTRO BRASILEIRO SOBRE EBULIÇÃO, CONDENSAÇÃO E ESCOAMENTO MULTIFÁSICO LÍQUIDO-GÁS, 2008, Florianópolis.
- SANTOS, D. C. **Avaliação do desempenho dos sistemas prediais de esgotos sanitários em diferentes níveis de ventilação**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2000, Salvador, v.8, p.893-899, 2000.
- SCHNEIDER. Tabela para seleção de bombas e motobombas. Disponível em: <[http://www.schneider.ind.br/media/205282/tabela-de-selecao\\_022018-web.pdf](http://www.schneider.ind.br/media/205282/tabela-de-selecao_022018-web.pdf)>. Acesso em: mar. 2018.
- SNIS - SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO (Brasil). Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos**. 2006 - 2015. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos>>. Acesso em: 12 set. 2017.
- SOUSA, A. C. A. Por uma política de saneamento básico: a evolução do setor no Brasil. **Revista de Ciência Política**, v. 30, p. 3, 2006.
- SUNTTI, C.; MAGRI, M. E.; PHILIPPI, L.S. Filtros plantados com macrófitas de fluxo vertical aplicados na mineralização e desaguamento de lodo de tanque séptico. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 16, n. 1, p. 63-72, 2011.
- TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais - Estudo de caso: Programa de uso racional da água da universidade de São Paulo**. 2003. 151 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- TAVARES JÚNIOR, W.; POSSAMAI, O.; BARROS NETO, J. P. Um modelo de compatibilização de projetos de edificações baseado na engenharia simultânea e FMEA. **Workshop nacional gestão do processo na construção de edifícios**, Porto Alegre: UFRGS, v.2, 2002.
- TOMAZ, P. **Aproveitamento de água de chuva em áreas urbanas para fins não potáveis**. Edição, composição e diagramação por Plínio Tomaz, 2010. v.1. Disponível em: <<http://pliniotomaz.com.br/>>. Acesso em: abr 2018.
- UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura. **Water for People, water for life: The United Nations World Water Development Report**. Barcelona. Berghahn Books, 2003. 593p.

UNESCO – **Organização das Nações Unidas para a Educação, Ciência e Cultura.**  
Disponível em: <<http://www.unesco.org.br>>. Acesso em: out 2017.

VALENTIM, M. A. A. **Uso de leitos cultivados no tratamento de efluente de tanque séptico modificado.** 137 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de água e solo, Faculdade de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

VILLARREAL, E. L.; DIXON, A. Analysis of a rainwater collection system for domestic water supply in Ringdansen, Norrköping. **Building and Environment**, v. 40, n. 9, p. 1174-84, 2005.

**ANEXO A – Ábaco para determinar diâmetros e vazões em função dos pesos**



## ANEXO B – Ficha técnica do coletor solar Titanium Plus da Rinnai.

# Coletor **TITANIUM PLUS**

Garantia de 3 anos

- 8 Aletas com revestimento seletivo
- Vidro temperado prismático
- Perfil estrutural em alumínio
- Fechamento do fundo em alumínio
- Isolamento térmico ecológico
- Perfil trava em alumínio

**81,6 kWh/mês.m²**  
**Classificação A**  
Inmetro

Segundo os critérios de ensaio para a homologação, conforme portaria nº 152/2012.

**Sold a por ultrassom**

### Especificações Técnicas

Modelo	Nº de tubos	Circ. vidros	Peso vazio (kg)	Diâmetro Tubo de Alimentação (mm)	Dimensões (metros)	Distância entre tubos de conexão (mm)
RSC-1000T	8	1	15	22	1,00 X 1,00	940
RSC-1400T	8	1	18,5	22	1,40 X 1,00	1340
RSC-2000T	8	1	28,5	22	2,00 X 1,00	1940

Registro Inmetro: 001373/2016, de acordo com Portaria 352 de 04/07/2012.

# Coletor **BLACK Tech**

Garantia de 3 anos

- 7 Aletas com revestimento anodizado especial
- Vidro temperado prismático
- Perfil estrutural em alumínio
- Fechamento do fundo em alumínio
- Perfil trava em alumínio

**69,9 kWh/mês.m²**  
**Classificação C**  
Inmetro

Segundo os critérios de ensaio para a homologação, conforme portaria nº 152/2012.


**Sold a por ultrassom**

### Especificações Técnicas

Modelo	Nº de tubos	Circ. vidros	Peso vazio (kg)	Diâmetro Tubo de Alimentação (mm)	Dimensões (metros)	Distância entre tubos de conexão (mm)
RSC-1002V	7	1	14,5	22	1,00 X 1,00	940
RSC-1402V	7	1	18	22	1,40 X 1,00	1340
RSC-2002V	7	1	28	22	2,00 X 1,00	1940


Registro Inmetro: 001380/2016, de acordo com Portaria 352 de 04/07/2012.

**Panel de comando - RCE**




Controlador eletrônico digital que faz a automação do sistema. Possui três modos que atendem às necessidades de cada sistema.

**Conexão com Anti-frio**




A conexão com anti-frio é um acessório para interligação de coletores. Facilita a junção, evitando o uso de solda e vedação. Praticidade na montagem e desmontagem.

**Válvula Misturadora**



Fornecimento de água a temperatura constante em função de temperatura ajustada, misturando o automaticamente a quantidade de água quente e fria.

**Bomba de Recirculação**



Recircula e distribuição de água limpa residencial.

Rinnai Brasil Tecnologia de Aquecimento Ltda | Matriz Fábrica  
Rua Tenente Góes Rodrigues de Aguiar, 200  
Vila Industrial - Mogi das Cruzes - SP - 08770-041

Recomendado por:

comgas GASMIG CEG gasNatural ABAGAS

Empresa Associada

ISO 14001

Fábrica no Brasil

Tecnologia Japonesa

qualidade ISO 9001 ISO 14001 sustentável

**www.rinnai.com.br**

**Rinnai**

Fonte: Rinnai, 2018.

## ANEXO C – Ficha técnica dos reservatórios de polietileno da Fortlev.

### CAIXA DE POLIETILENO FORTLEV

**É MUITO MAIS**  
**ECONOMIA** em sua obra,  
 sem abrir mão da segurança.



Sistema de travamento da tampa

#### Função

- Armazenar água em temperatura ambiente.

#### Aplicação

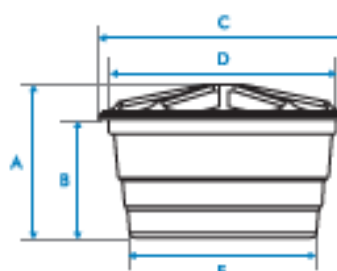
- Residências, instalações comerciais, sítios, escolas ou qualquer outra aplicação que necessite de armazenamento de água em temperatura ambiente.

#### Características

- Disponível nos volumes de 100 L a 10.000 L.
- Sistema de travamento da tampa que dispensa parafusos.
- Proteção UV.

#### Modelos e Dimensões

- A** Altura com tampa  
**B** Altura sem tampa  
**C** Diâmetro com tampa  
**D** Diâmetro sem tampa  
**E** Diâmetro da base



		Dimensão em metros					Tampa
Capacidade (L)	Código	A	B	C	D	E	Código
100	0.201.000.1	0,51	0,41	0,75	0,73	0,54	0.201.002.0
150	0.201.000.2	0,55	0,43	0,88	0,87	0,61	0.201.002.1
250	0.201.000.3	0,66	0,50	1,04	1,03	0,78	0.201.002.2
310	0.201.000.4	0,69	0,54	1,05	1,04	0,75	0.201.002.3
500	0.201.000.5	0,72	0,58	1,24	1,22	0,95	0.201.002.4
750	0.201.000.6	0,86	0,73	1,37	1,35	1,00	0.201.002.5
1.000	0.201.000.7	0,97	0,76	1,52	1,51	1,16	0.201.002.6
1.500	0.201.003.5	1,05	0,83	1,77	1,75	1,43	0.201.003.7
2.000	0.202.000.1	1,10	0,90	1,89	1,88	1,55	0.202.000.3
3.000	0.202.000.5	1,49	1,21	2,28	2,22	1,72	0.202.000.7
5.000	0.202.001.0	2,00	1,63	2,45	2,37	1,85	0.202.001.2
7.500	0.202.002.5	2,12	1,81	2,79	2,70	2,24	0.202.002.1
10.000	0.202.001.6	2,57	2,03	2,95	2,92	2,41	0.202.001.8

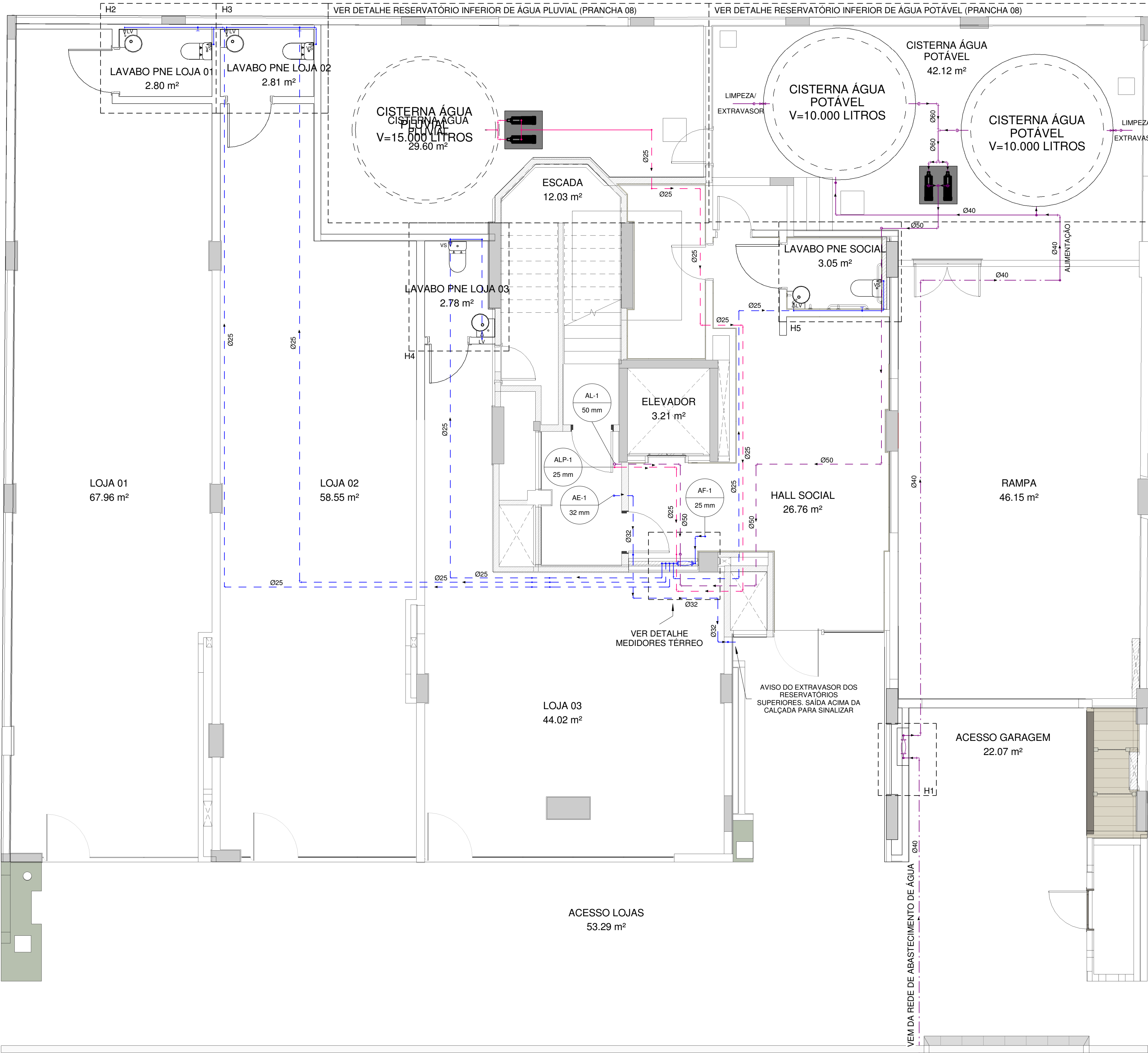
Dimensões aproximadas. Modelos a partir de 5.000 L já vêm preparados com furo para instalação de Adaptador (Flange) 60 mm x 2" na saída. Consulte os modelos e especificações, disponíveis e atualizados, em nosso site.

Fonte: Fortlev (2018).

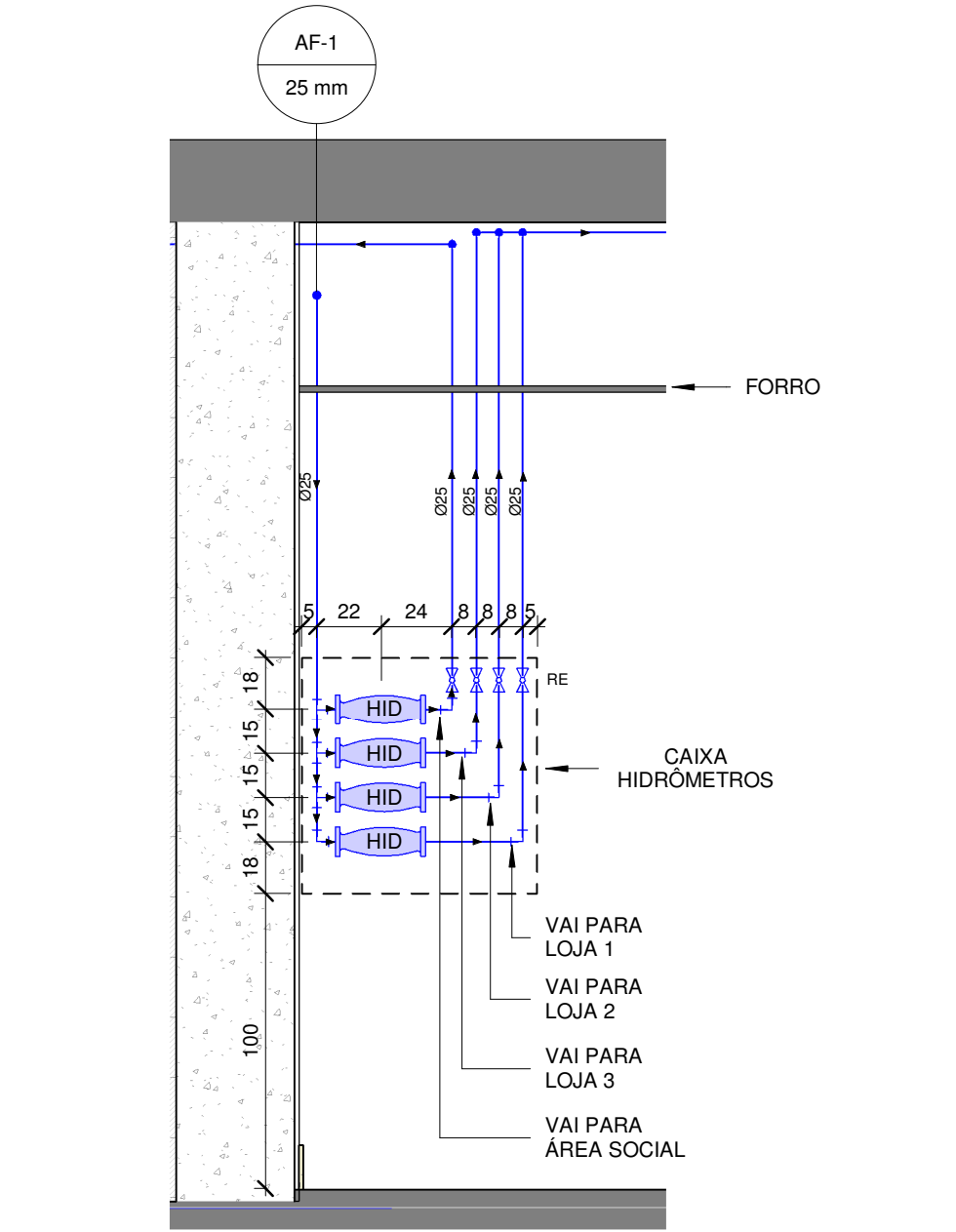


## **APÊNDICE A – Apresentação dos projetos**

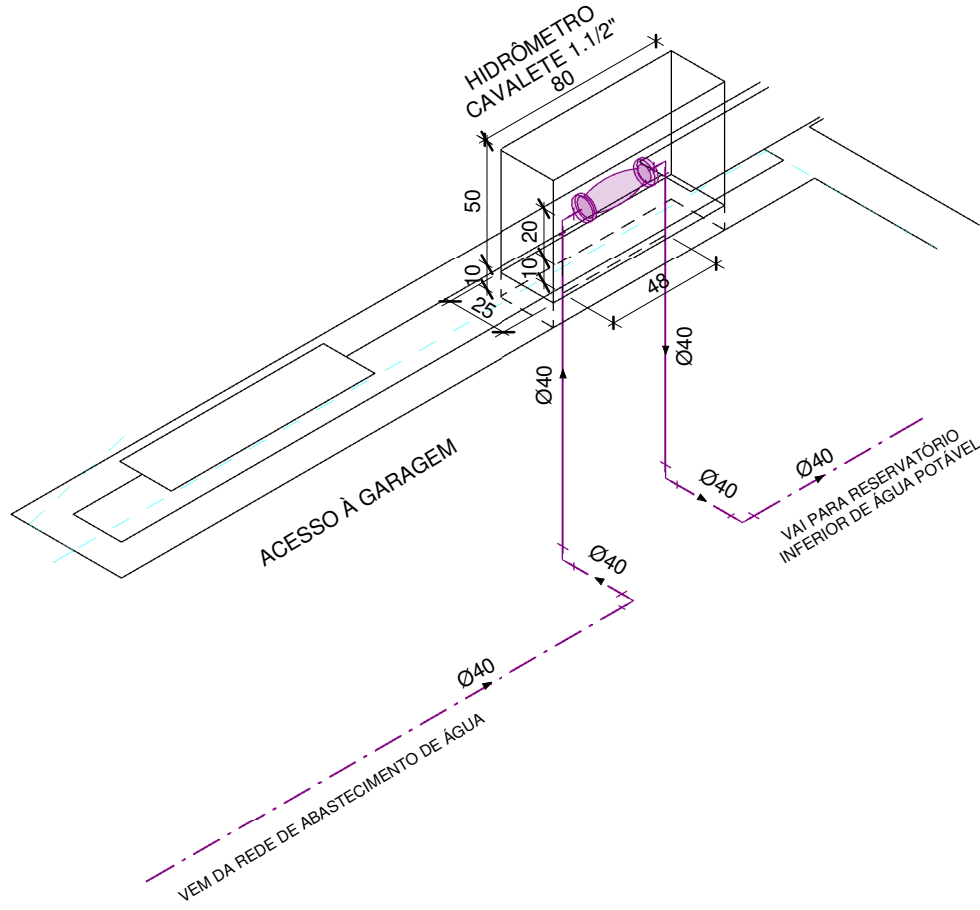




PLANTA BAIXA HIDRÁULICA TÉRREO  
ESCALA 1 : 50



DETALHE MEDIDORES TÉRREO  
ESCALA 1 : 25



H1 - DETALHE ENTRADA DE ÁGUA  
ESCALA 1:25

LEGENDA

TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL

TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE

TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL

TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES

TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO

TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA

AVISO DO EXTRAVASOR

AE

COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL

AF

COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL

AL

COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

ALP

COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL

AQ

COLUNA DE ÁGUA QUENTE

AR

COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL

CH

CHUVEIRO

DH

DUCHA HIGIÊNICA

HID

HIDRÔMETRO

LV

LAVATÓRIO

MLL

MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA

MLR

MÁQUINA DE LAVAR ROUPA

PIA

PIA DE COZINHA RESIDENCIAL

RE

REGISTRO DE ESFERA

RG

REGISTRO DE GAVETA

RM

REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO

TJ

TORNEIRA DE JARDIM

TN

TANQUE

VS

VASO SANITÁRIO

NOTAS

- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;

- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros

- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90º de bucha de latão;

- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;

- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.

Altura de utilização dos aparelhos:

Chuveiro - 210 cm;

Ducha Higiênica - 40 cm;

Lavatório - 55 cm;

Máquina de Lavar Louça - 75 cm;

Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;


Pia de cozinha - 60 cm;

Registro Monocomando - 110 cm;

Torneira de Jardim - 30 cm;

Tanque - 60 cm;

Vaso sanitário - 30 cm.



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PLANTA BAIXA HIDRÁULICA TÉRREO

DETALHE MEDIDORES TÉRREO E DETALHE ENTRADA DE ÁGUA

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

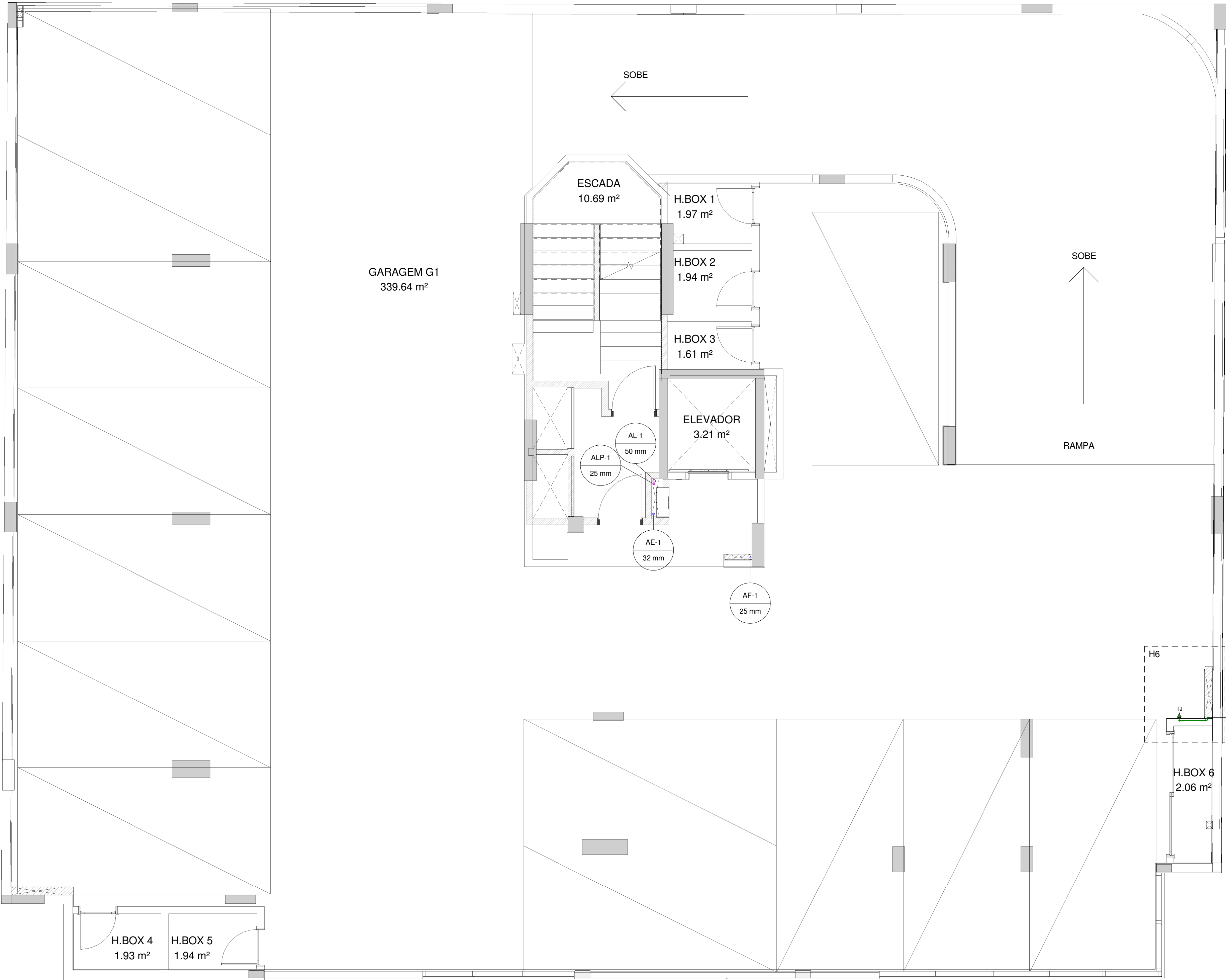
PRANCHAS:  
01, 23

ESCALA:  
Como indicado

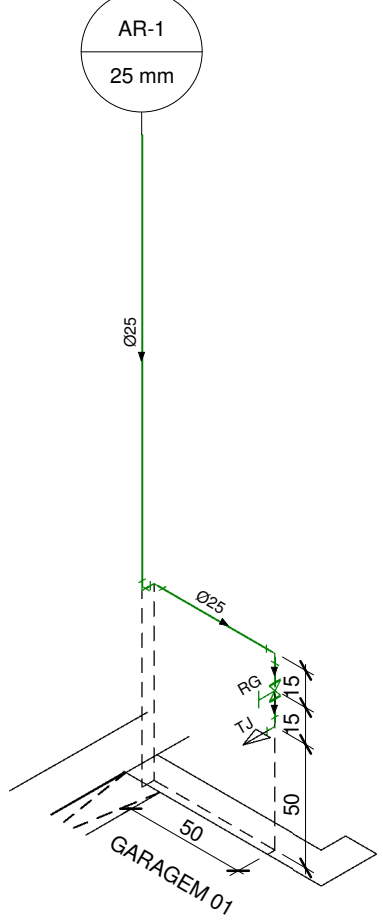
DATA:  
03/06/18

REVISÃO:  
R00






PLANTA BAIXA HIDRÁULICA GARAGEM 01  
ESCALA 1 : 50



H6 - ISOMÉTRICO TJ GARAGEM 01  
ESCALA 1:25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
AE	AVISO DO EXTRAVASOR
AF	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
AL	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
ALP	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
AQ	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
AR	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
CH	CHUVEIRO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
HID	HIDRÔMETRO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RE	REGISTRO DE ESFERA
RG	REGISTRO DE GAVETA
RM	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
TJ	TORNEIRA DE JARDIM
TN	TANQUE
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;</li><li>- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros</li><li>- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;</li><li>- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;</li><li>- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.</li></ul>	<p><u>Altura de utilização dos aparelhos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Chuveiro - 210 cm;</li><li>Ducha Higiênica - 40 cm;</li><li>Lavatório - 55 cm;</li><li>Máquina de Lavar Louça - 75 cm;</li><li>Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;</li><li>Pia de cozinha - 60 cm;</li><li>Registro Monocomando - 110 cm;</li><li>Torneira de Jardim - 30 cm;</li><li>Tanque - 60 cm;</li><li>Vaso sanitário - 30 cm.</li></ul>



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

## PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO GARAGEM 1

PLANTA BAIXA HIDRÁULICA E DETALHE ISOMÉTRICO H6

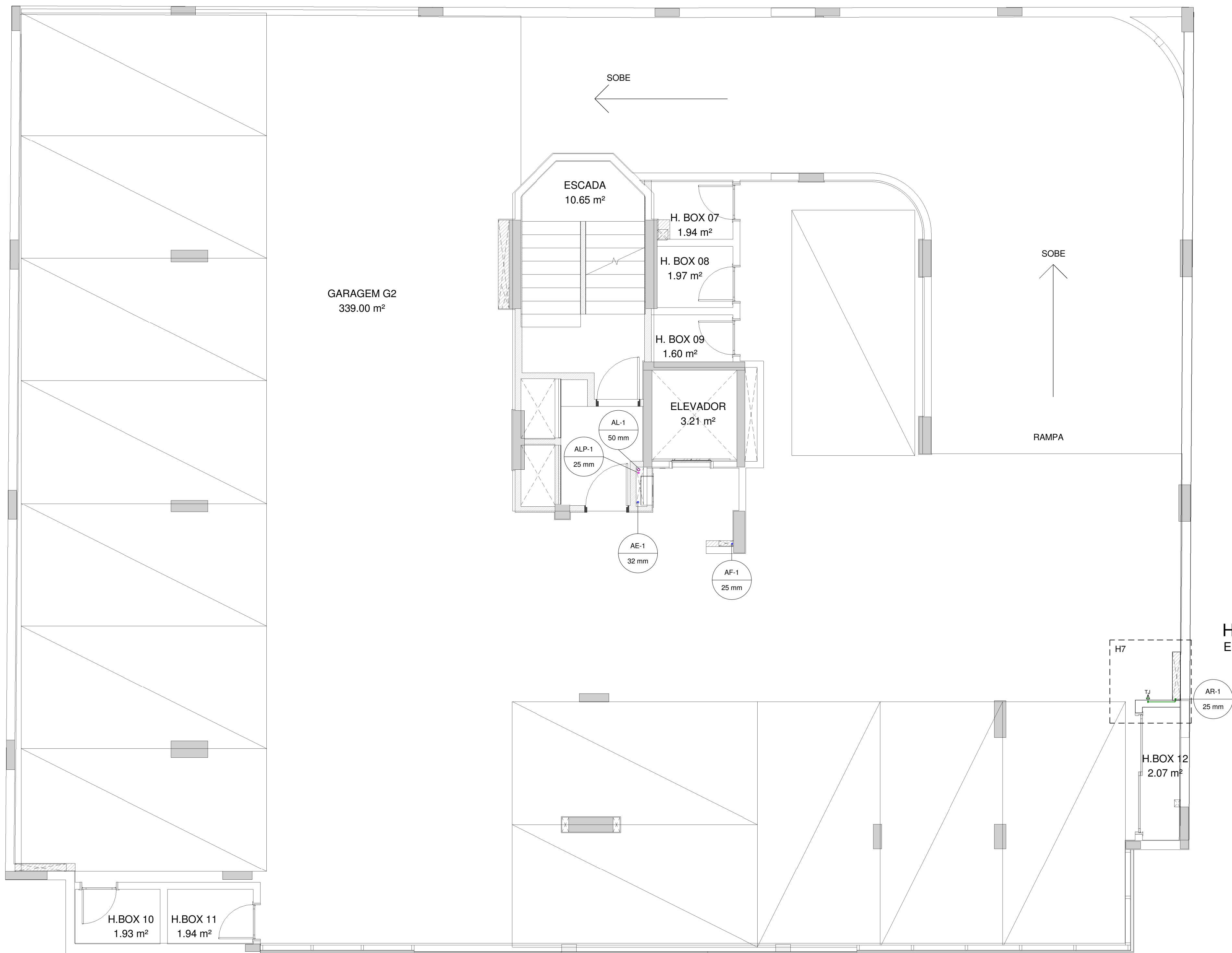
LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/18

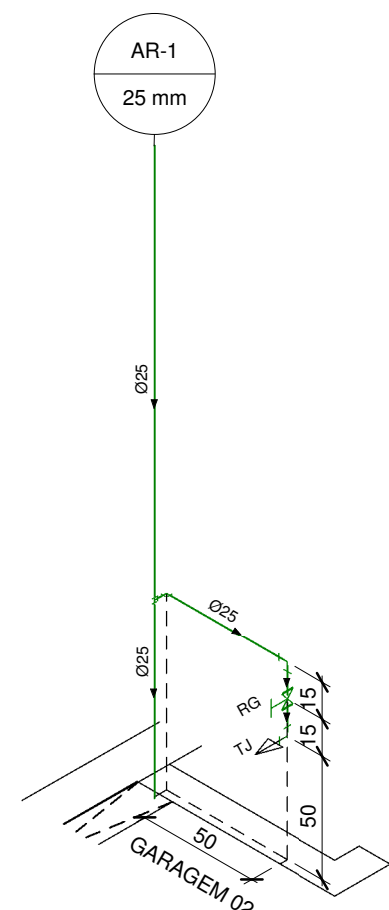
REVISÃO:  
R00

PRANCHAS:  
02, 23



PLANTA BAIXA HIDRÁULICA GARAGEM 02  
ESCALA 1 : 50

H7 - ISOMÉTRICO TJ GARAGEM 02  
ESCALA 1:25



LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
	AVISO DO EXTRASOR
	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	CHUVEIRO
	DUCHA HIGIÊNICA
	HIDRÔMETRO
	LAVATÓRIO
	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
	REGISTRO DE ESFERA
	REGISTRO DE GAVETA
	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
	TORNEIRA DE JARDIM
	TANQUE
	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
<ul style="list-style-type: none"><li>- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;</li><li>- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros</li><li>- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;</li><li>- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;</li><li>- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.</li></ul>	<b>Altura de utilização dos aparelhos:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>Chuveiro - 210 cm;</li><li>Ducha Higiénica - 40 cm;</li><li>Lavatório - 55 cm;</li><li>Máquina de Lavar Loupa - 75 cm;</li><li>Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;</li><li>Pia de cozinha - 60 cm;</li><li>Registro Monocomando - 110 cm;</li><li>Torneira de Jardim - 30 cm;</li><li>Tanque - 60 cm;</li><li>Vaso sanitário - 30 cm.</li></ul>



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO GARAGEM 02  
PLANTA BAIXA HIDRÁULICA E DETALHE ISOMÉTRICO H7

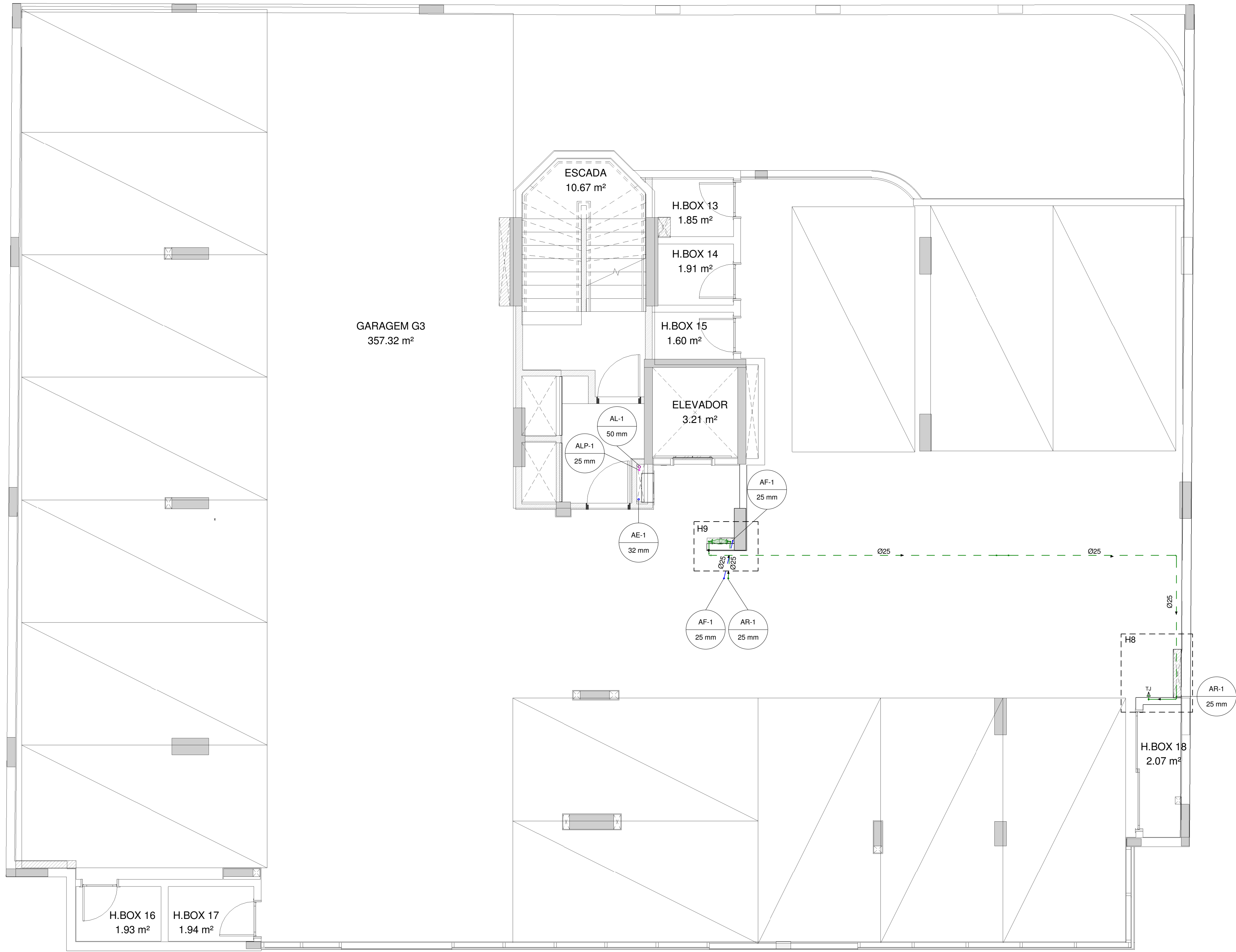
LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

ESCALA:  
Como indicado

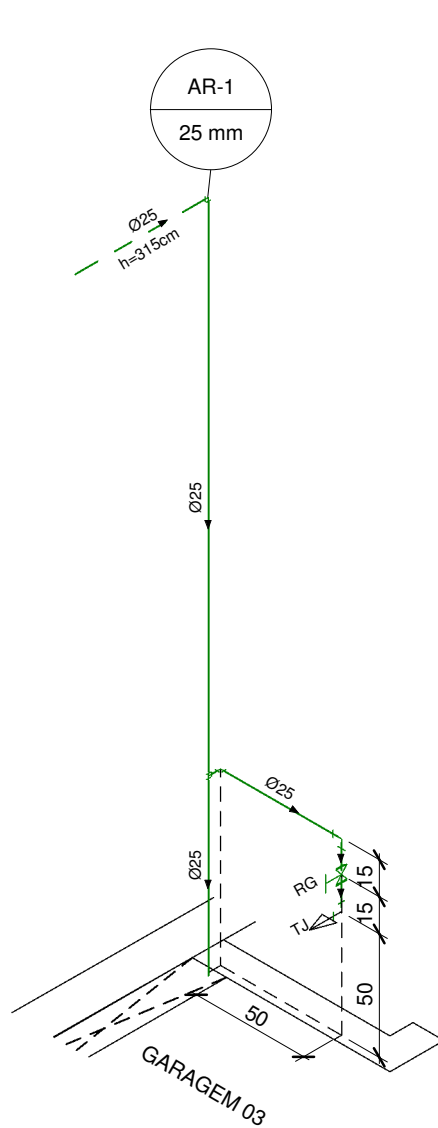
DATA:  
03/06/18

REVISÃO:  
R00

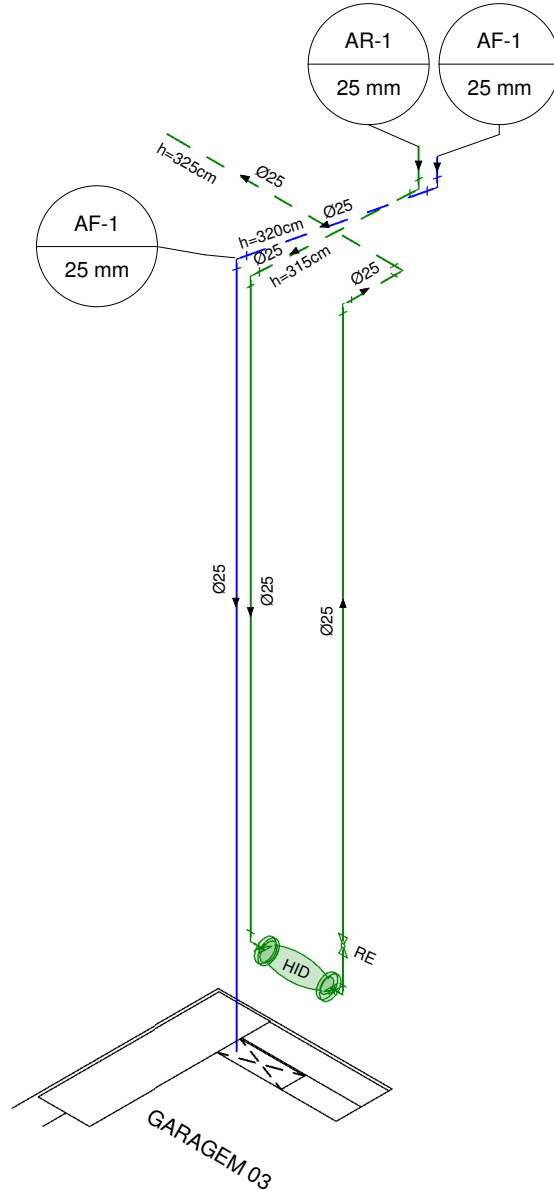
PRANCHAS:  
03, 23



PLANTA BAIXA HIDRÁULICA GARAGEM 03  
ESCALA 1 : 50



H8 - ISOMÉTRICO TJ GARAGEM 03  
ESCALA 1:25



H9 - ISOMÉTRICO MEDIDOR GARAGEM 03  
ESCALA 1:25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PPR-PN20 ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
AE	AVISO DO EXTRAVASOR
AF	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
AL	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
ALP	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
AQ	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
AR	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
CH	CHUVEIRO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
HID	HIDRÔMETRO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RE	REGISTRO DE ESFERA
RG	REGISTRO DE GAVETA
RM	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
TJ	TORNEIRA DE JARDIM
TN	TANQUE
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	<b>Altura de utilização dos aparelhos:</b>
- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros	Chuveiro - 210 cm;
- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;	Ducha Higiénica - 40 cm;
- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;	Lavatório - 55 cm;
- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.	Máquina de Lavar Louça - 75 cm;
	Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;
	Pia de cozinha - 60 cm;
	Registro Monocomando - 110 cm;
	Torneira de Jardim - 30 cm;
	Tanque - 60 cm;
	Vaso sanitário - 30 cm.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO GARAGEM 03  
PLANTA BAIXA HIDRÁULICA E DETALHE ISOMÉTRICO H8 E H9

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

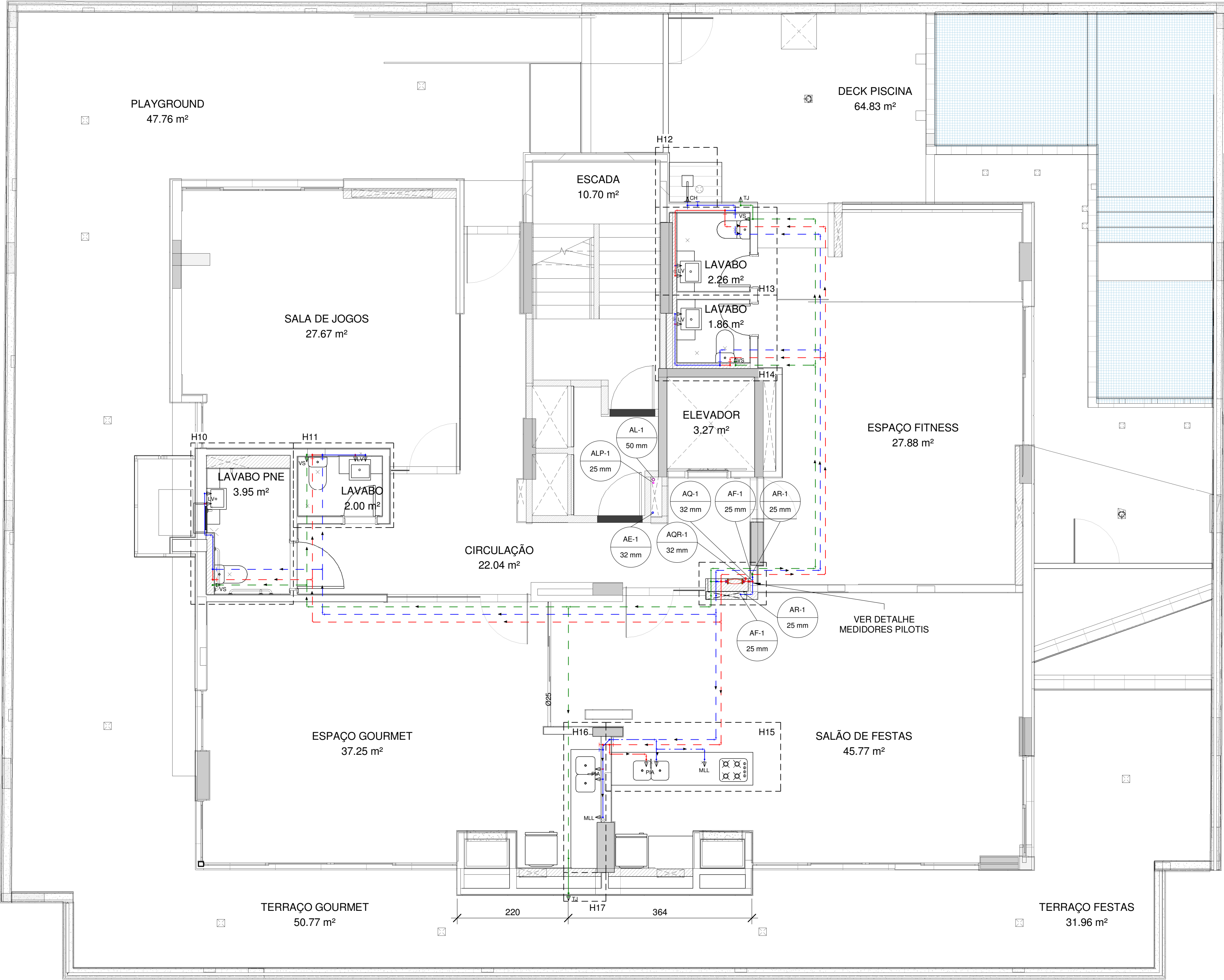
PRANCHAS:  
04, 23

ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/18

REVISÃO:  
R00





05 - PLANTA BAIXA PILOTIS LAZER  
ESCALA 1 : 50

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
AE	AVISO DO EXTRAVASOR
AF	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
AL	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
ALP	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
AQ	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
AR	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
CH	CHUVEIRO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
HID	HIDRÔMETRO
LV	LAVATÓRIO
ML	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RE	REGISTRO DE ESFERA
RG	REGISTRO DE GAVETA
RM	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
TJ	TORNEIRA DE JARDIM
TN	TANQUE
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	<u>Altura de utilização dos aparelhos:</u>
- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros	Chuveiro - 210 cm;
- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90º de bucha de latão;	Ducha Higiênica - 40 cm;
- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;	Lavatório - 55 cm;
- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.	Máquina de Lavar Louça - 75 cm;
	Máquina de Lavar Roupas - 75 cm;
	Pia de cozinha - 60 cm;
	Registro Monocomando - 110 cm;
	Torneira de Jardim - 30 cm;
	Tanques - 60 cm;
	Vaso sanitário - 30 cm.



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO PILOTIS LAZER

PLANTA BAIXA HIDRÁULICA

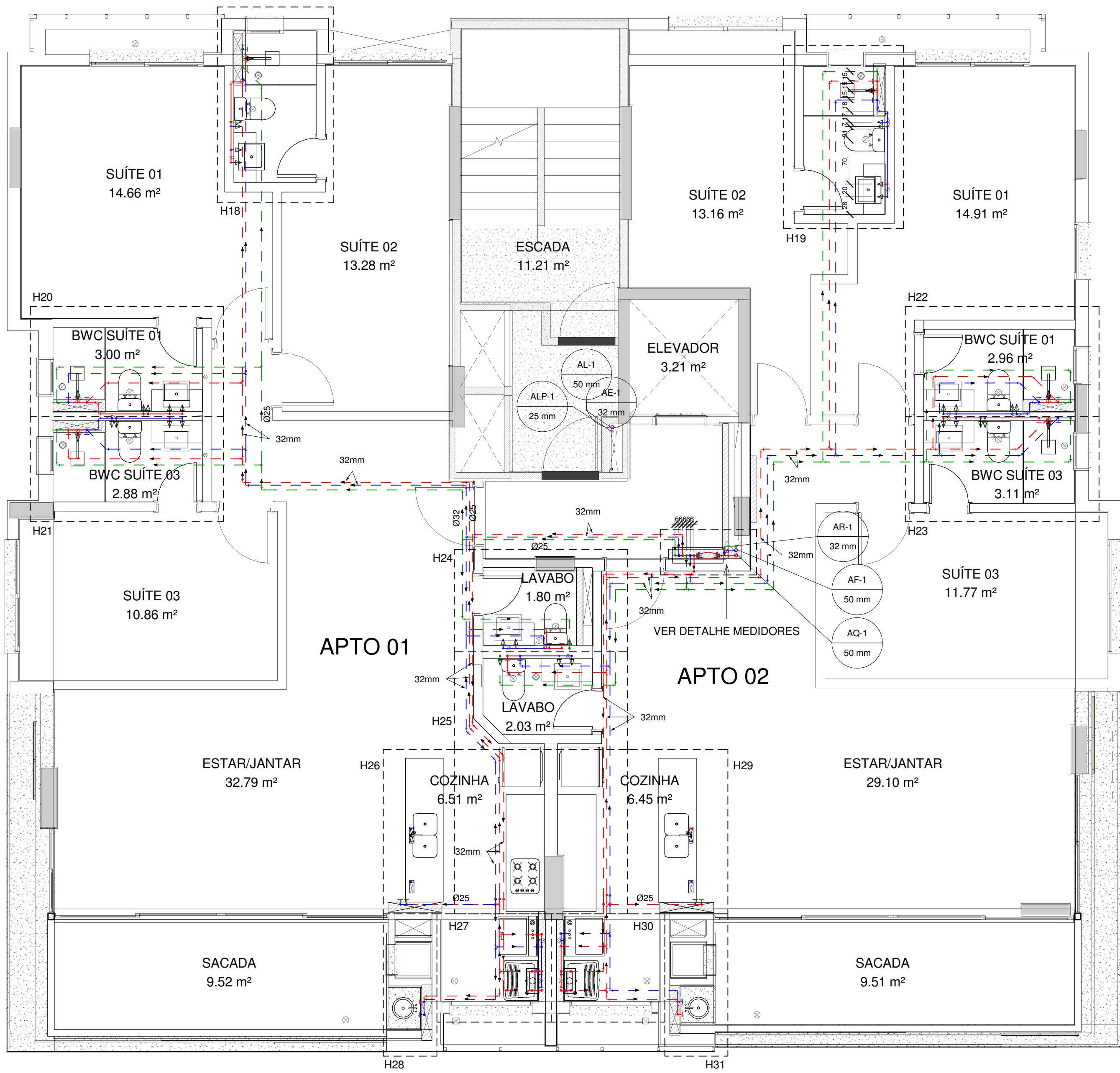
LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

ESCALA:  
1 : 50

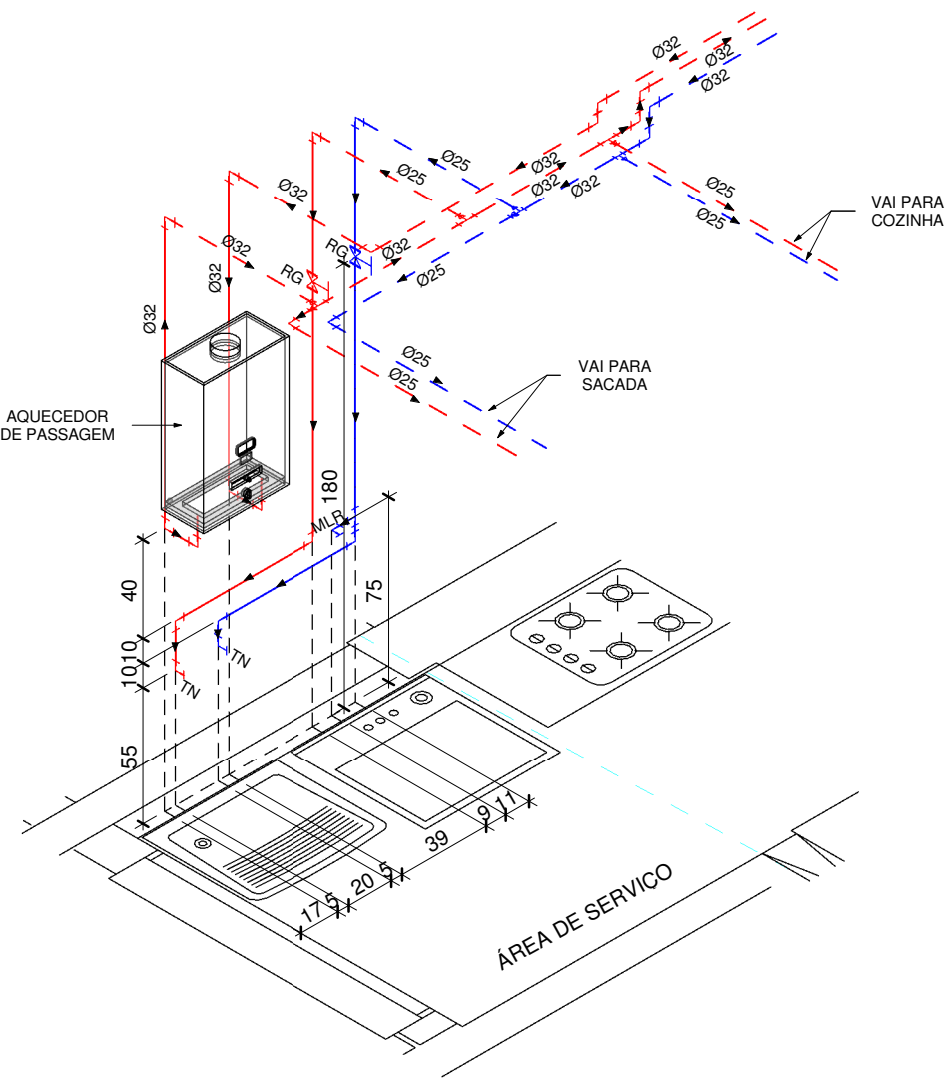
DATA:  
03/06/18

REVISÃO:  
R00

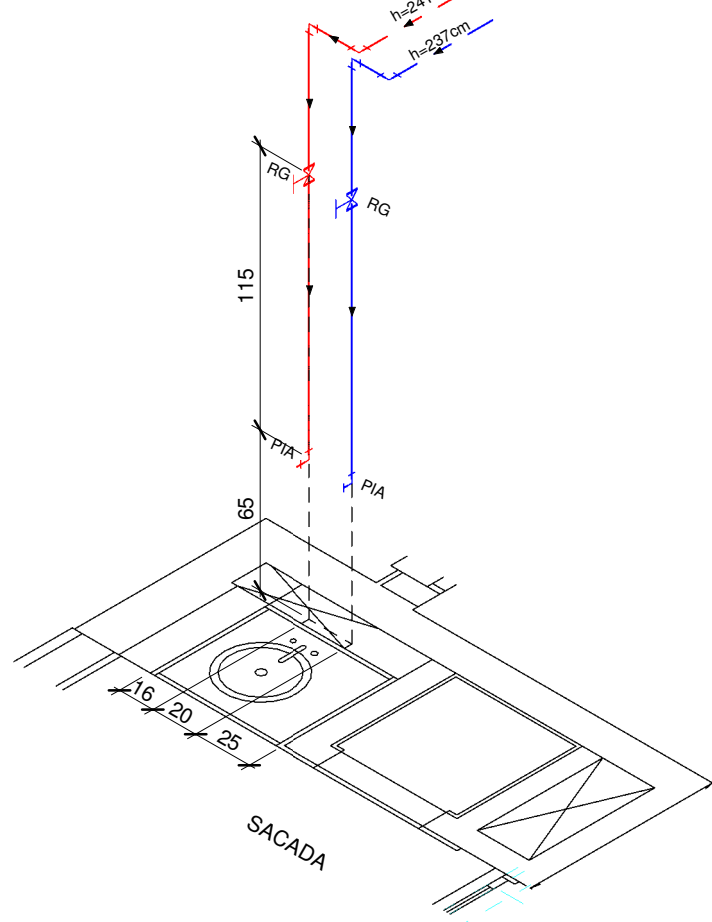
PRANCHA:  
05, 23



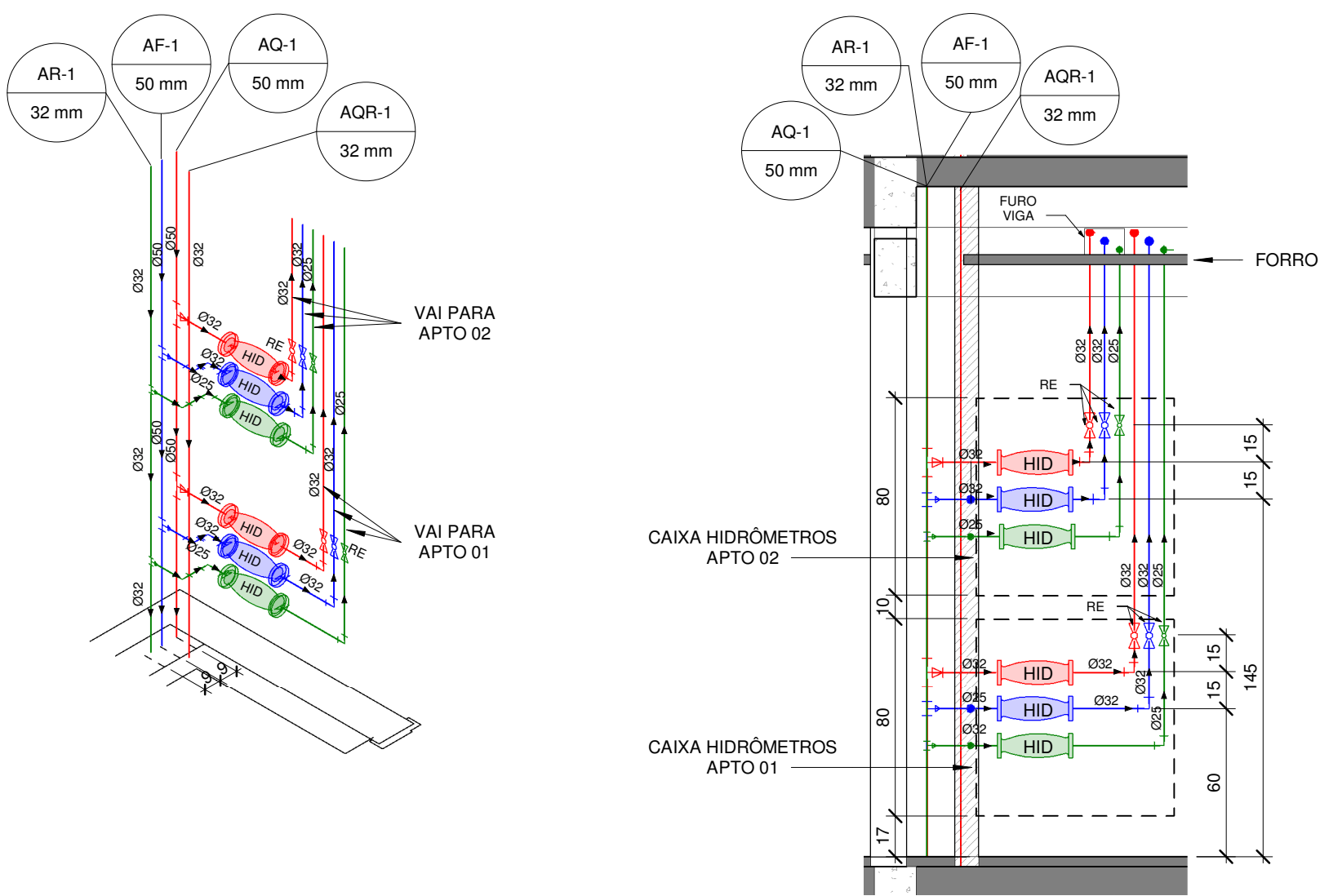
PLANTA BAIXA HIDRÁULICA TIPO  
ESCALA 1 : 50



H30 - ISOMÉTRICO ÁREA DE SERVIÇO - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1:25



H31 - ISOMÉTRICO SACADA APTO 02 TIPO  
ESCALA 1:25



DETALHE MEDIDORES TIPO  
ESCALA 1:25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
	AVISO DO EXTRAVASOR
	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	CHUVEIRO
	DUCHA HIGIÊNICA
	HIDRÔMETRO
	LAVATÓRIO
	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
	REGISTRO DE ESFERA
	REGISTRO DE GAVETA
	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
	TORNEIRA DE JARDIM
	TANQUE
	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	<b>Altura de utilização dos aparelhos:</b>
- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros	Chuveiro - 210 cm;
- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;	Ducha Higiênica - 40 cm;
- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;	Lavatório - 55 cm;
- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.	Máquina de Lavar Louça - 75 cm;
	Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;
	Pia de cozinha - 60 cm;
	Registro Monocomando - 110 cm;
	Torneira de Jardim - 30 cm;
	Tanque - 60 cm;
	Vaso sanitário - 30 cm.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

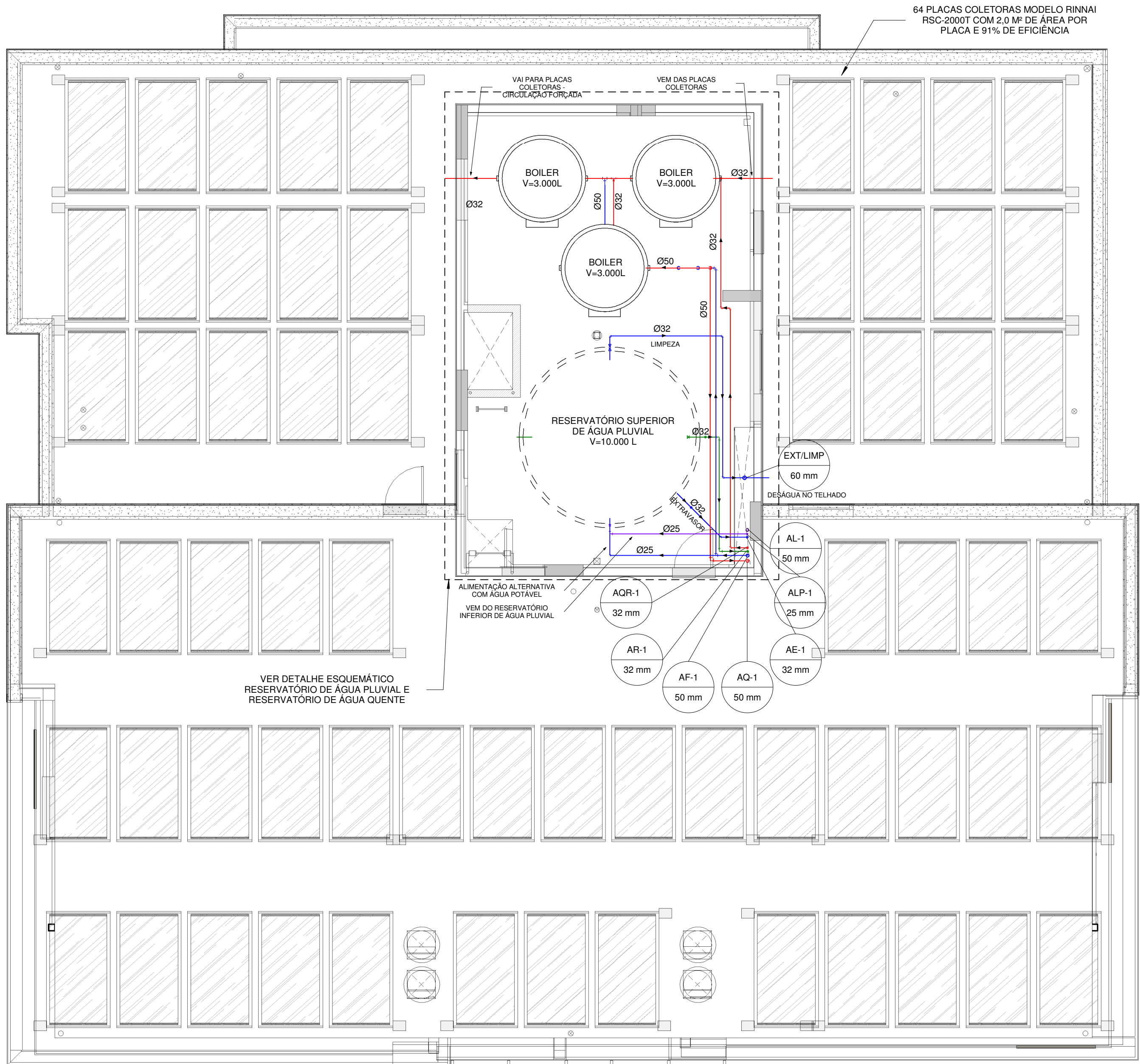
JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

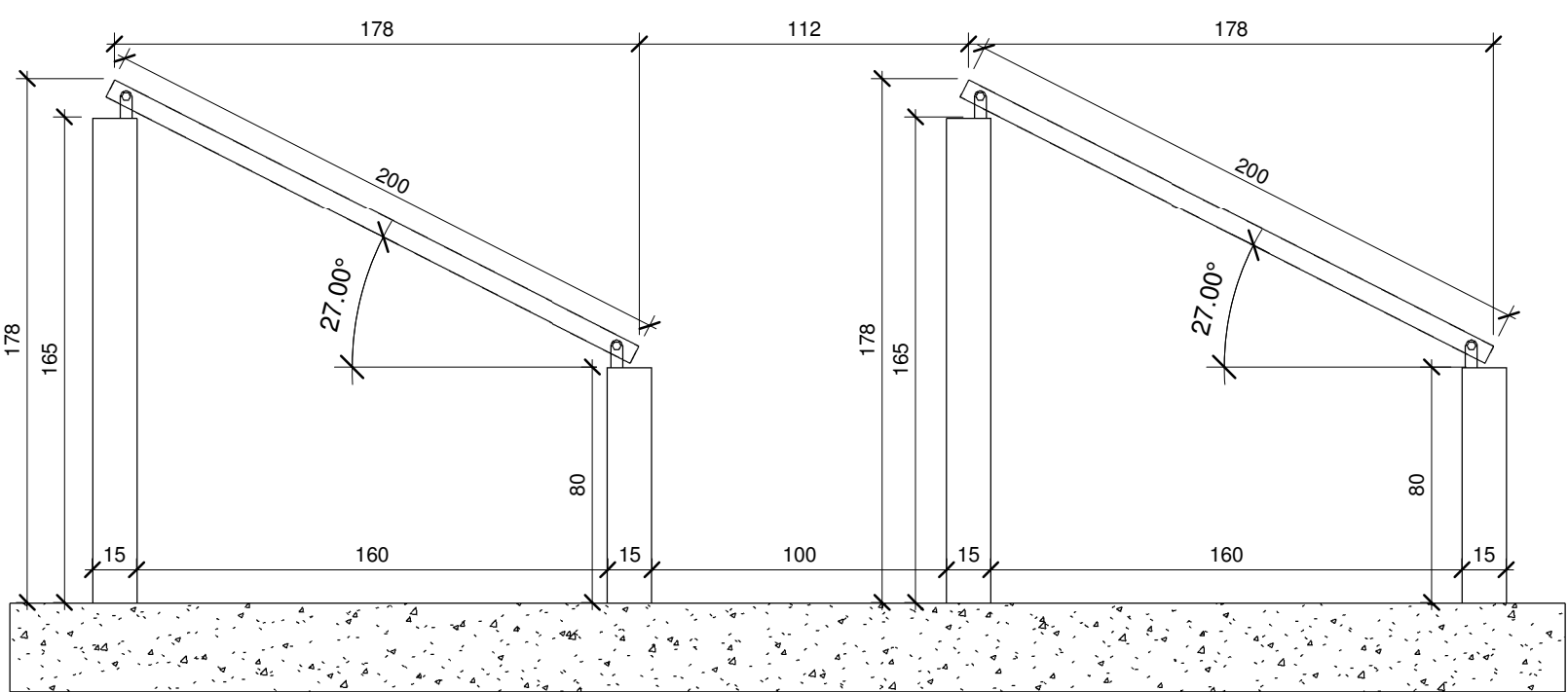
## PAVIMENTO TIPO

### PLANTA BAIXA HIDRÁULICA





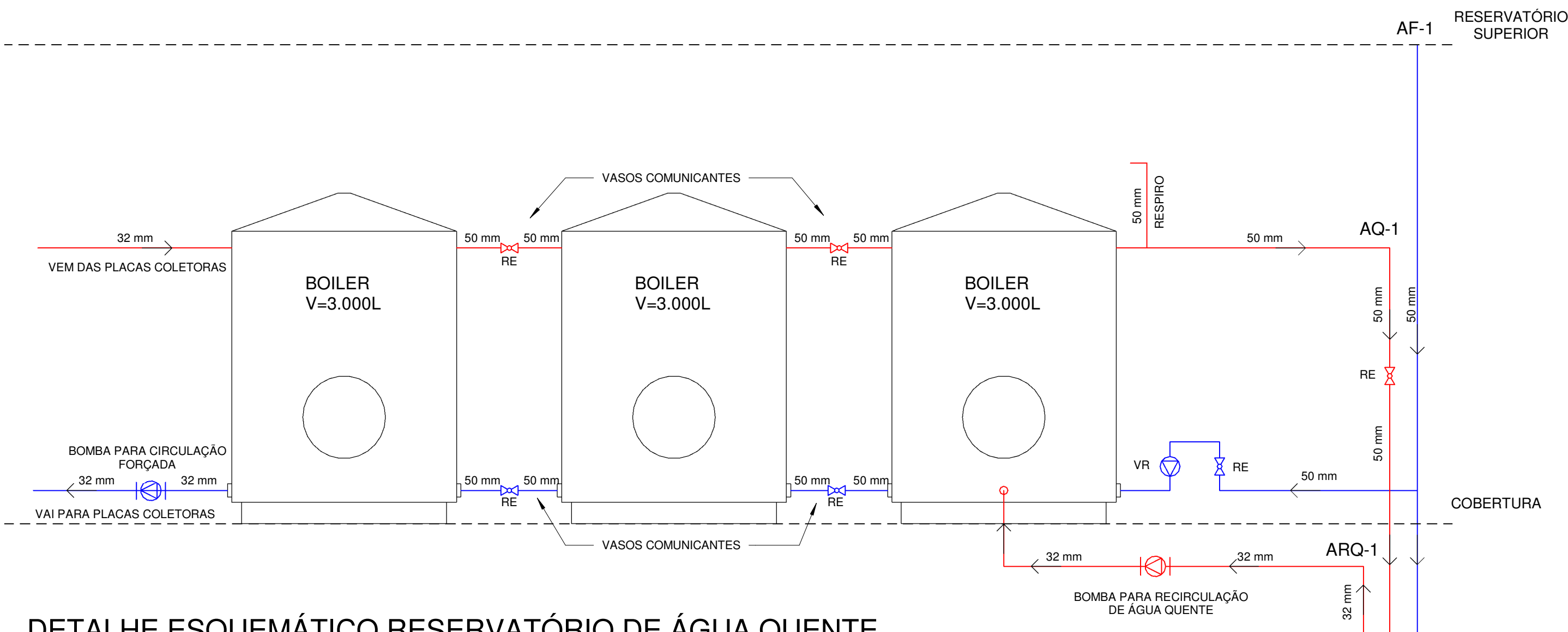
PLANTA BAIXA HIDRÁULICA COBERTURA  
ESCALA 1 : 50



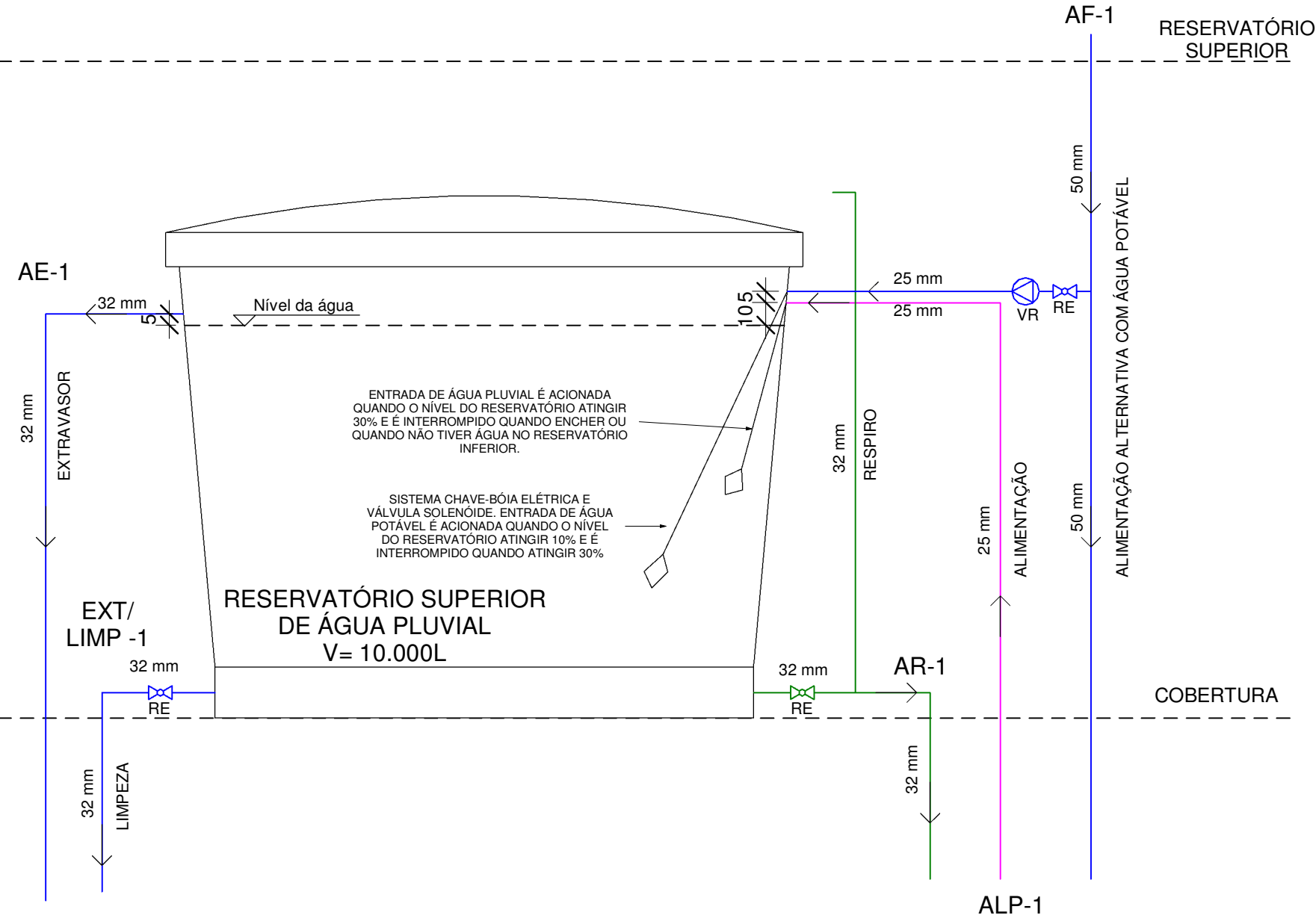
DETALHE PLACA COLETORA COM ESTRUTURA DE CONCRETO  
ESCALA 1 : 25

LEGENDA	
<span style="color: blue;">—</span>	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
<span style="color: green;">—</span>	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
<span style="color: yellow;">—</span>	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
<span style="color: red;">—</span>	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
<span style="color: blue;">—</span>	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
<span style="color: green;">—</span>	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
<span style="color: red;">—</span>	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
<span style="color: blue;">- - -</span>	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
AE	AVISO DO EXTRAVASOR
AF	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
AL	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
ALP	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
AQ	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
AR	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
CH	CHUVEIRO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
HID	HIDRÔMETRO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RE	REGISTRO DE ESFERA
RG	REGISTRO DE GAVETA
RM	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
TJ	TORNEIRA DE JARDIM
TN	TANQUE
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	<b>Altura de utilização dos aparelhos:</b>
- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros	Chuveiro - 210 cm;
- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;	Ducha Higiênica - 40 cm;
- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;	Lavatório - 55 cm;
- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.	Máquina de Lavar Louça - 75 cm;
	Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;
	Pia de cozinha - 60 cm;
	Registro Monocomando - 110 cm;
	Torneira de Jardim - 30 cm;
	Tanque - 60 cm;
	Vaso sanitário - 30 cm.



DETALHE ESQUEMÁTICO RESERVATÓRIO DE ÁGUA QUENTE  
ESCALA 1 : 25



DETALHE ESQUEMÁTICO RESERVATÓRIO SUPERIOR DE ÁGUA PLUVIAL  
ESCALA 1 : 25



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

## PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PLANTA BAIXA HIDRÁULICA COBERTURA

DETALHE ESQUEMÁTICO RESERVATÓRIO DE ÁGUA PLUVIAL E ÁGUA QUENTE E  
DETALHE PLACAS COLETORAS

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

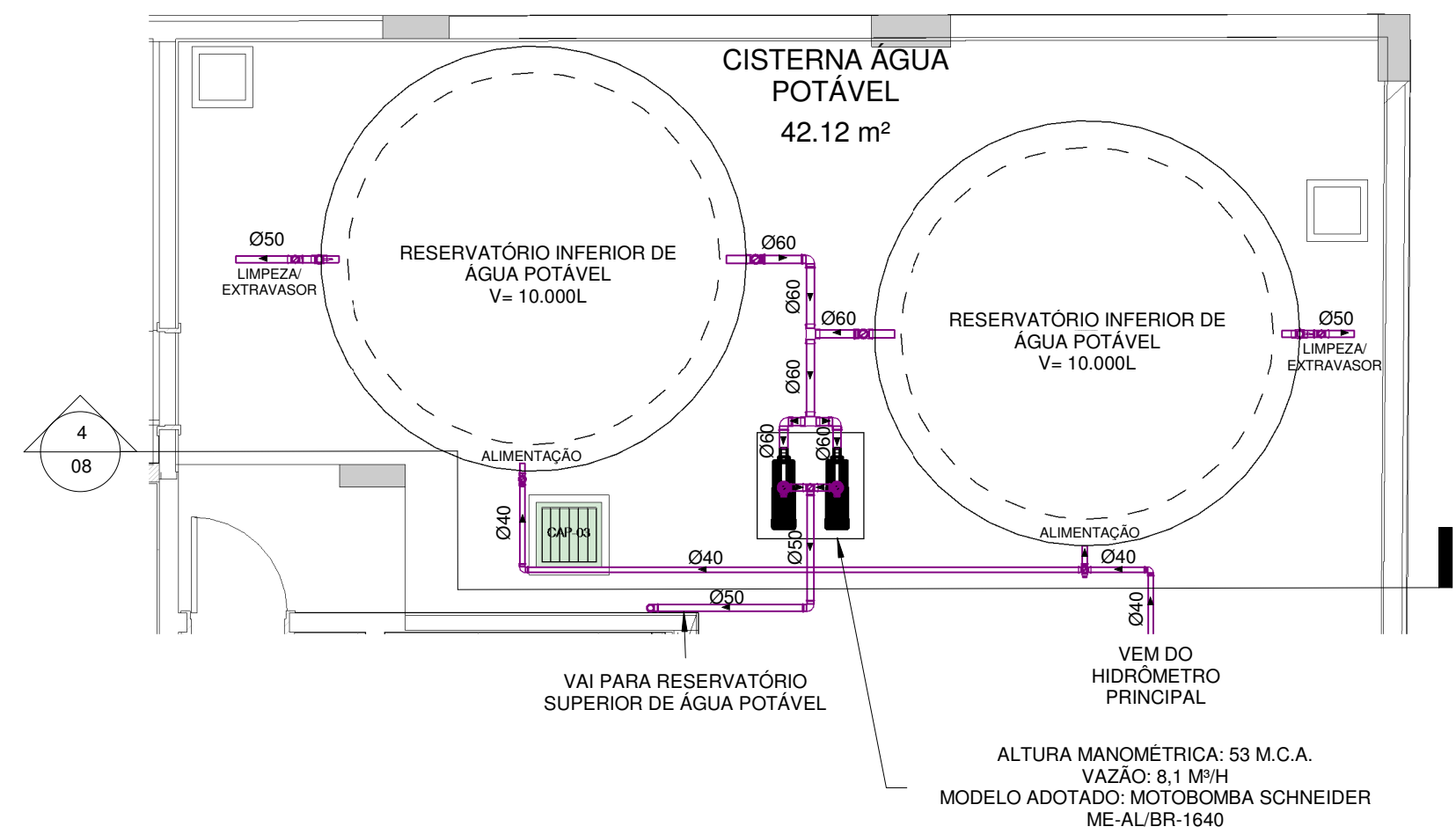
ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/2018

REVISÃO:  
R00

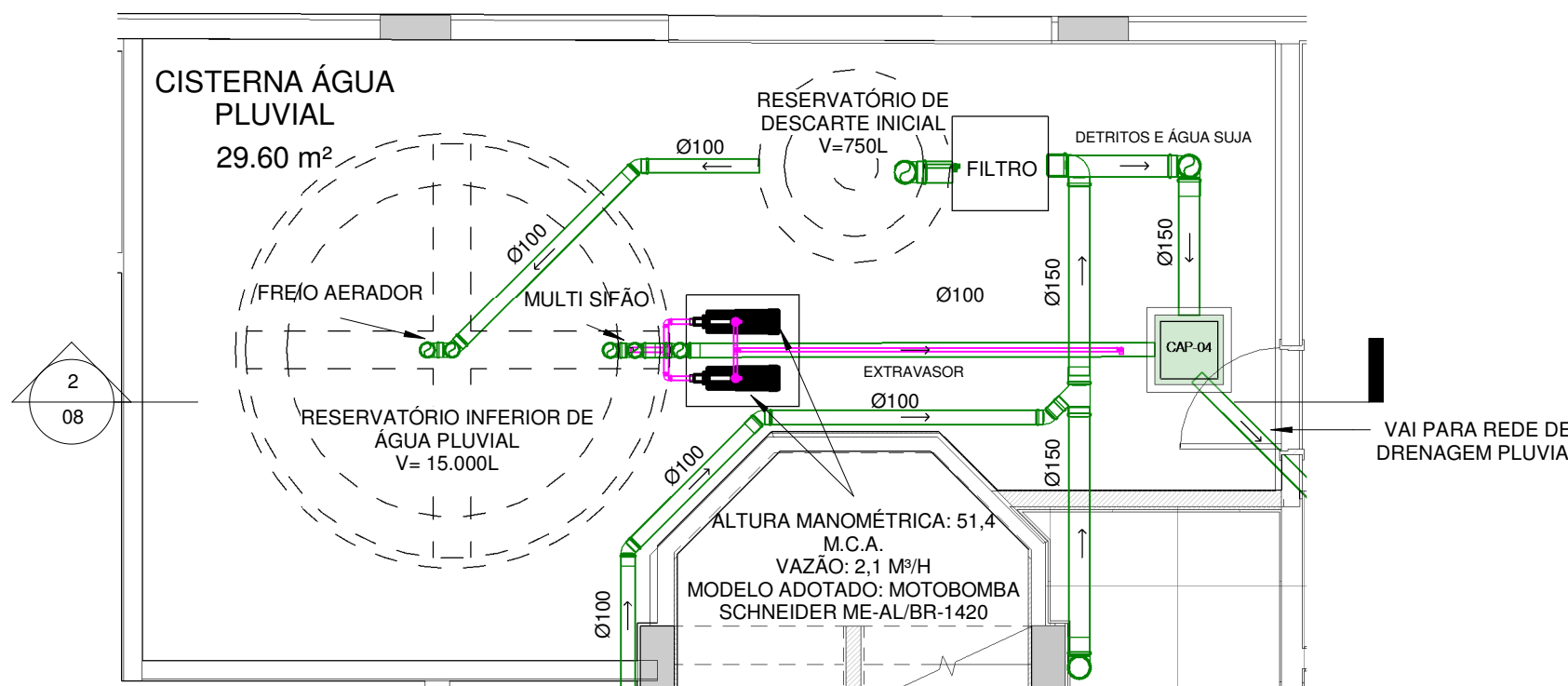
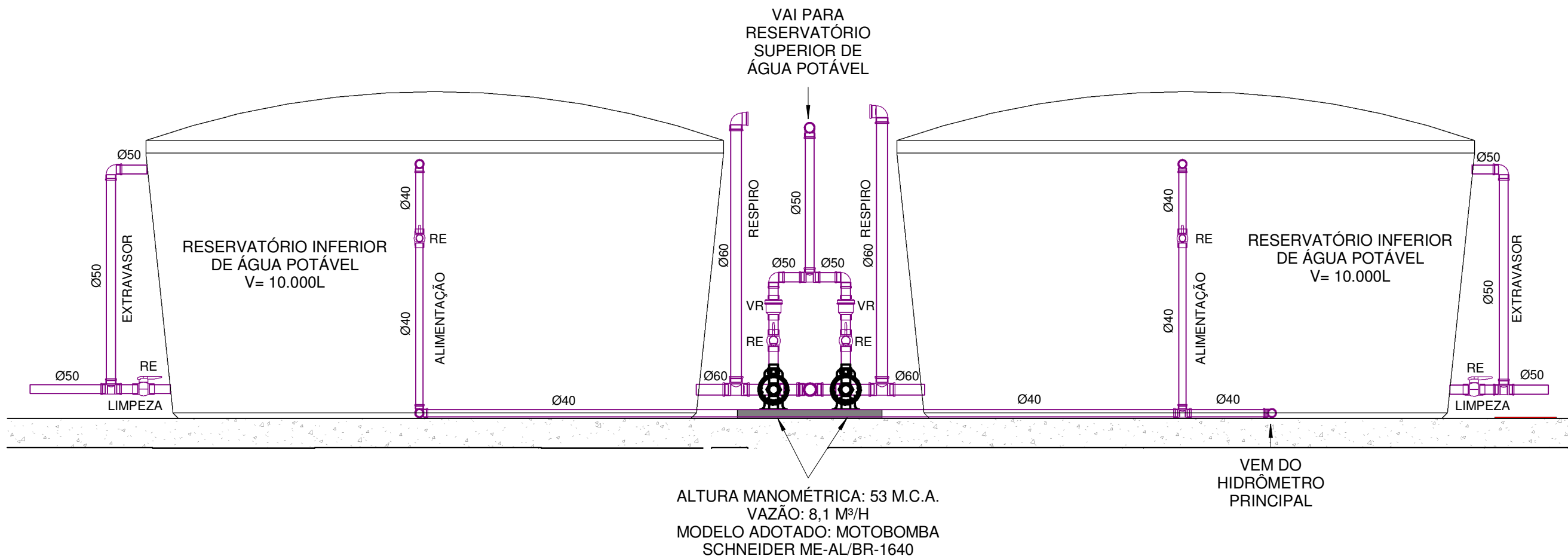
PRANCHAS:  
07, 23



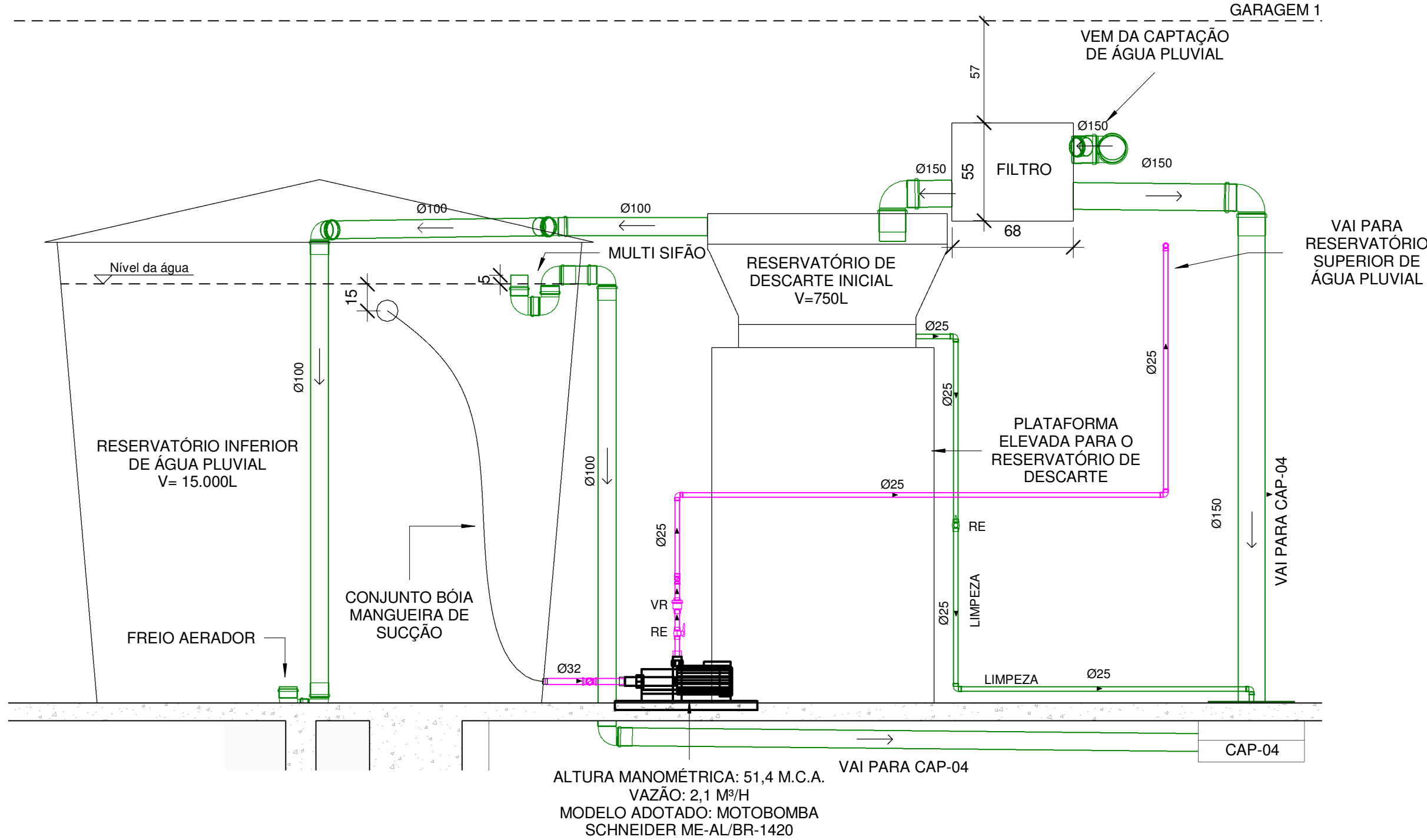


PLANTA BAIXA RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA POTÁVEL  
ESCALA 1 : 50

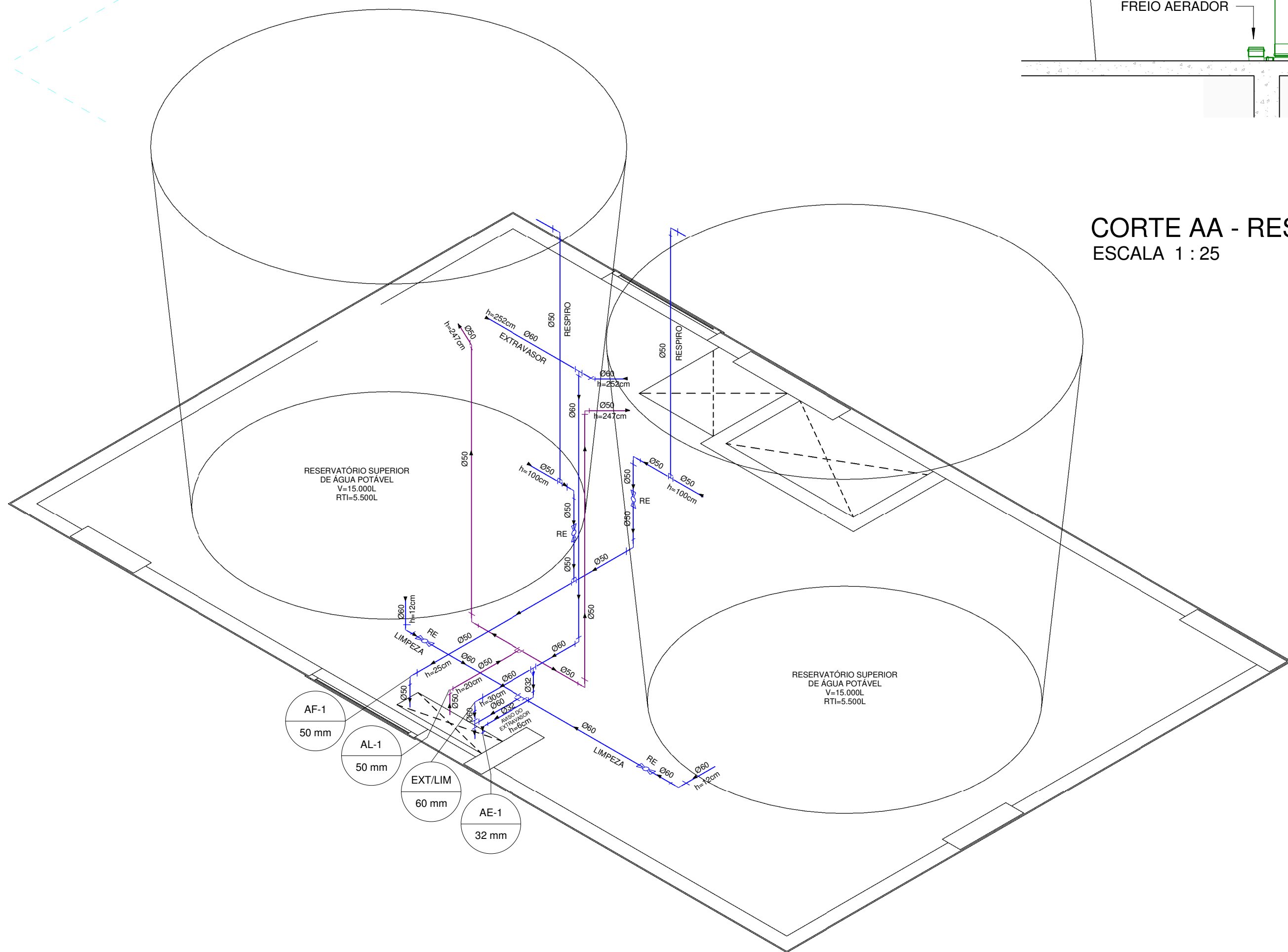
CORTE BB - RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA POTÁVEL  
ESCALA 1 : 25



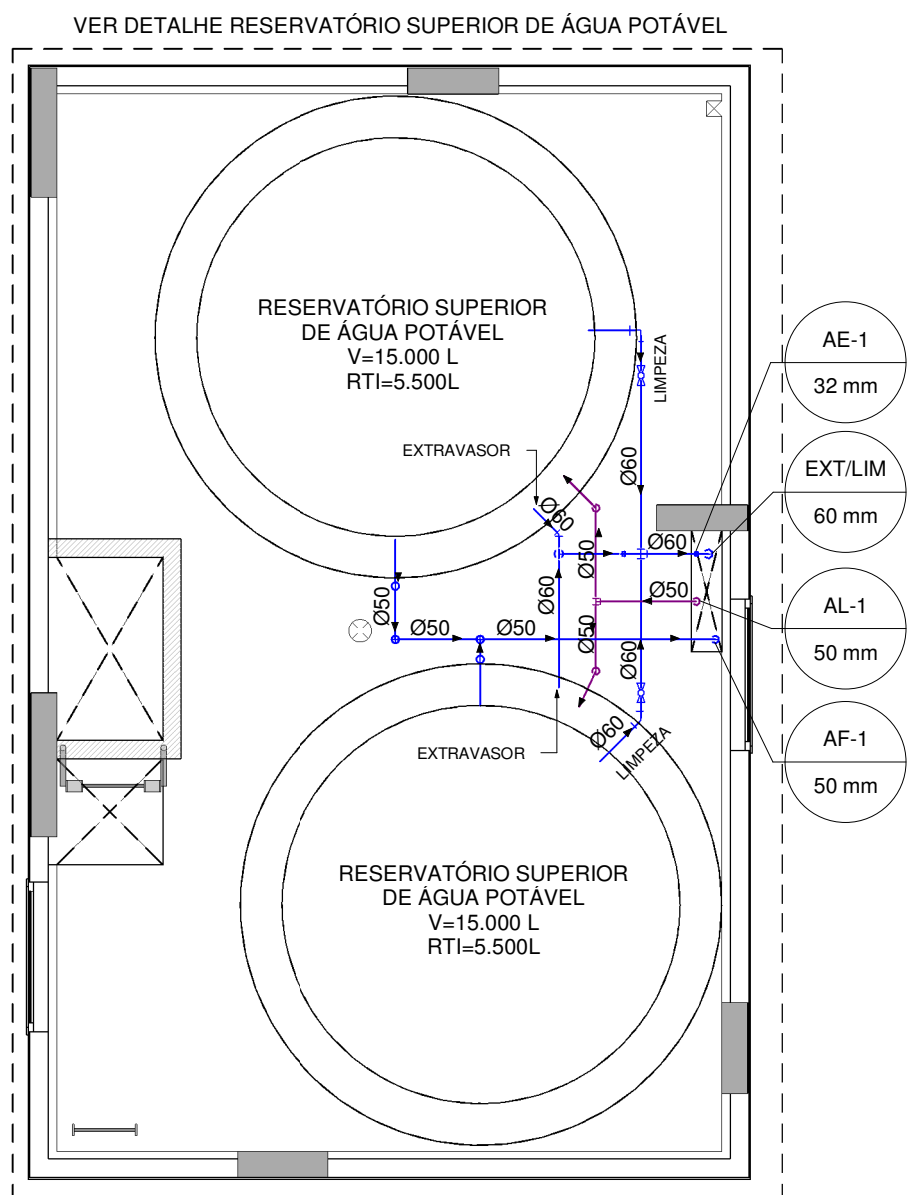
PLANTA BAIXA RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA PLUVIAL  
ESCALA 1 : 50



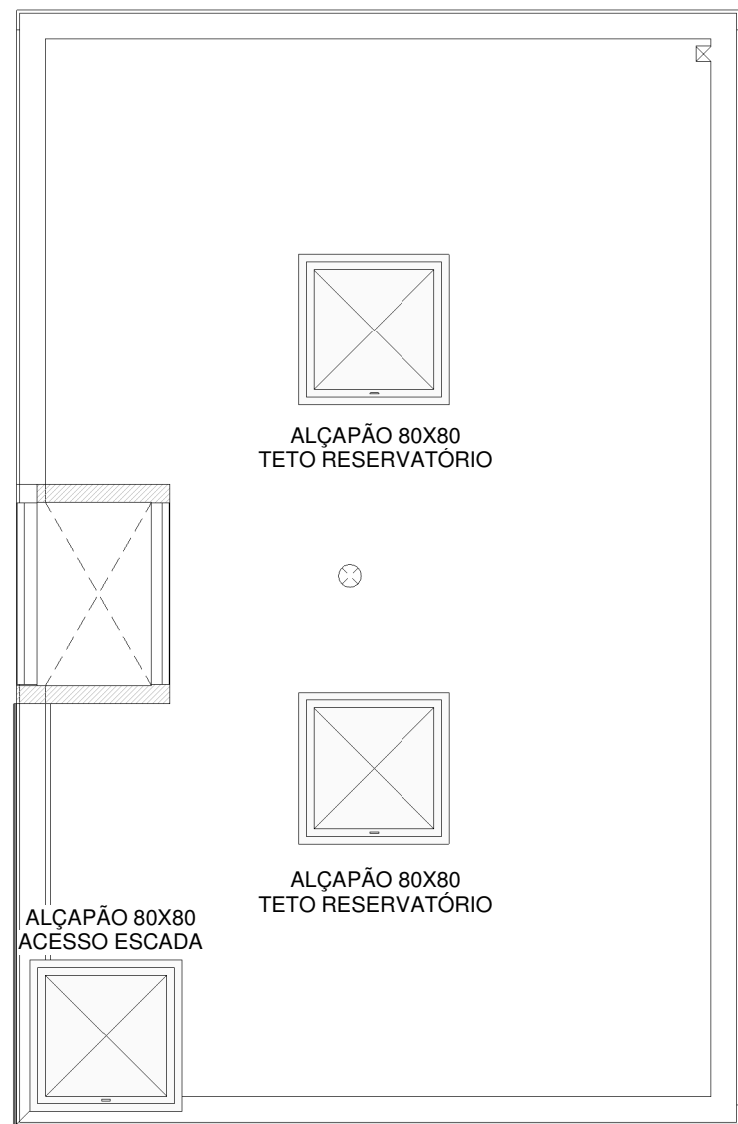
CORTE AA - RESERVATÓRIO INFERIOR DE ÁGUA PLUVIAL  
ESCALA 1 : 25



DETALHE ISOMÉTRICO RESERVATÓRIO SUPERIOR DE ÁGUA POTÁVEL  
ESCALA



PLANTA BAIXA RESERVATÓRIO SUPERIOR  
ESCALA 1 : 50



COBERTURA RESERVATÓRIOS  
ESCALA 1 : 50

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
	AVISO DO EXTRAVASOR
	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	CHUVEIRO
	DUCHA HIGIÊNICA
	HIDRÔMETRO
	LAVATÓRIO
	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
	REGISTRO DE ESFERA
	REGISTRO DE GAVETA
	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
	TORNEIRA DE JARDIM
	TANQUE
	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de utilização dos aparelhos:
- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros	Chuveiro - 210 cm;
- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;	Ducha Higiênica - 40 cm;
- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;	Lavatório - 55 cm;
- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.	Máquina de Lavar Louça - 75 cm;
	Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;
	Pia de cozinha - 60 cm;
	Registro Monocomando - 110 cm;
	Torneira de Jardim - 30 cm;
	Tanque - 60 cm;
	Vaso sanitário - 30 cm.

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PLANTA BAIXA RESERVATÓRIO SUPERIOR E DETALHE ISOMÉTRICO  
PLANTA BAIXA E DETALHES ESQUEMÁTICO RESERVATÓRIOS INFERIORES DE  
ÁGUA POTÁVEL E PLUVIAL

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

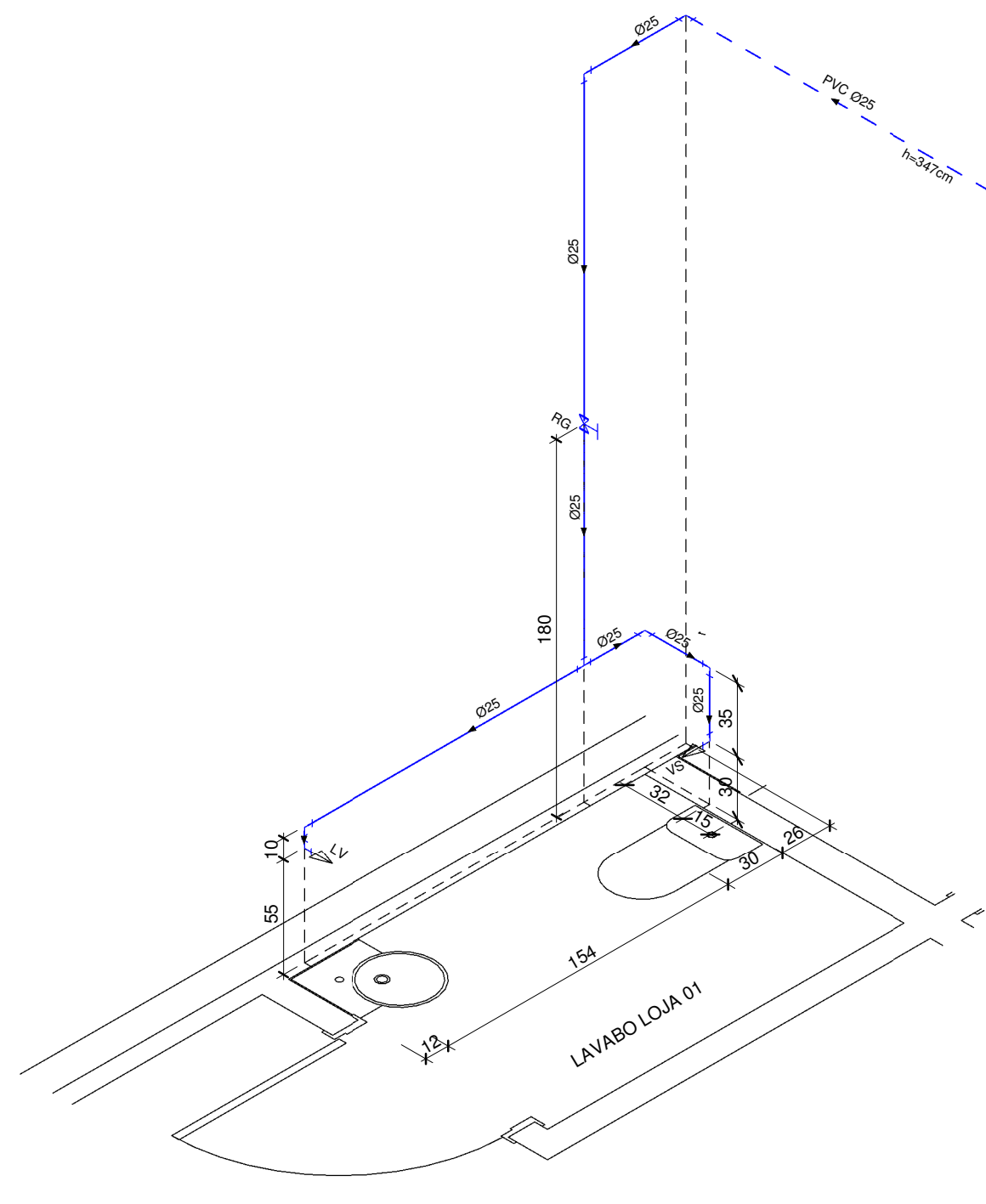
PRANCHA:  
08/23

ESCALA:  
Como indicado

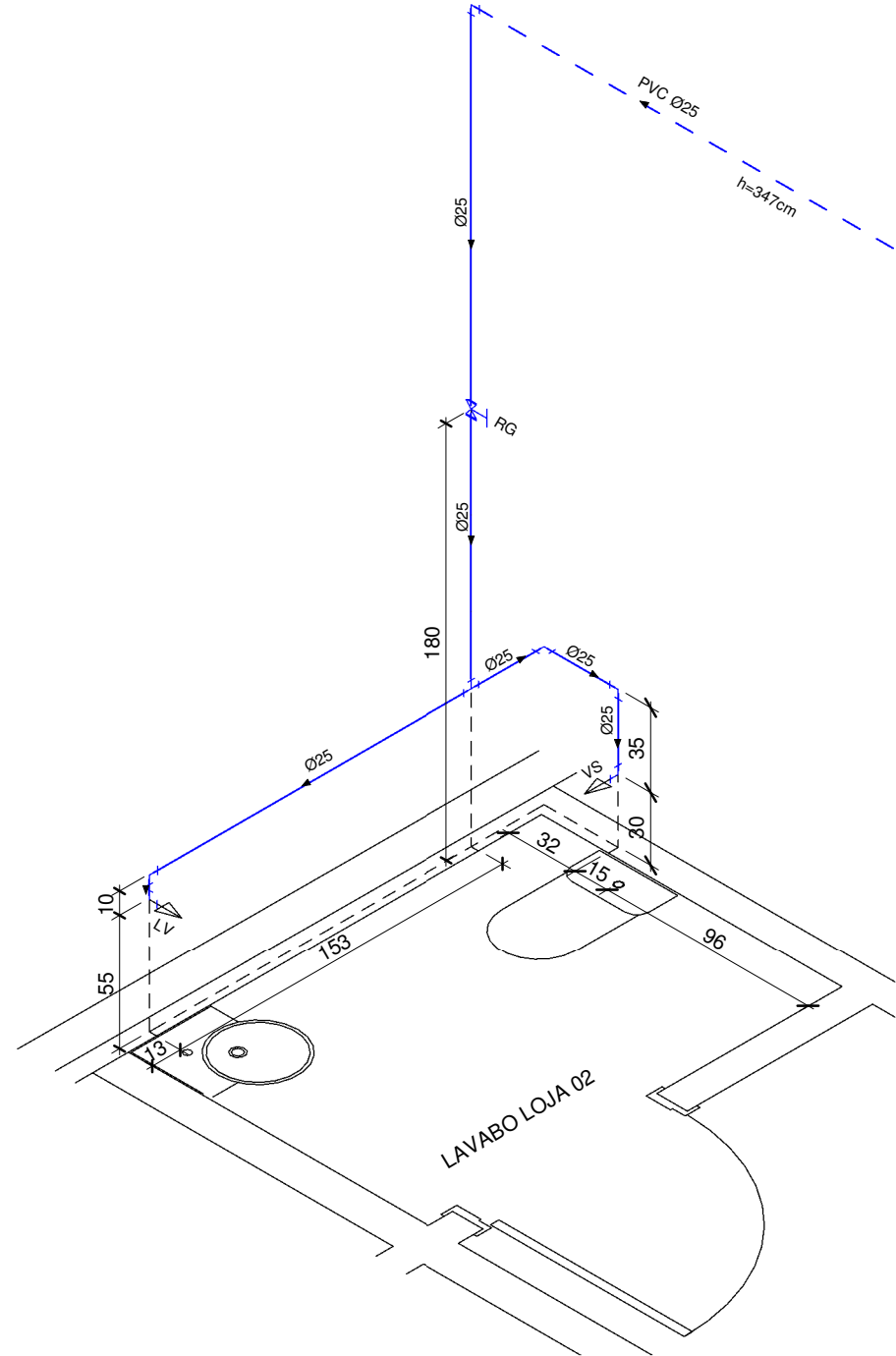
DATA:  
03/06/18

REVISÃO:  
R00

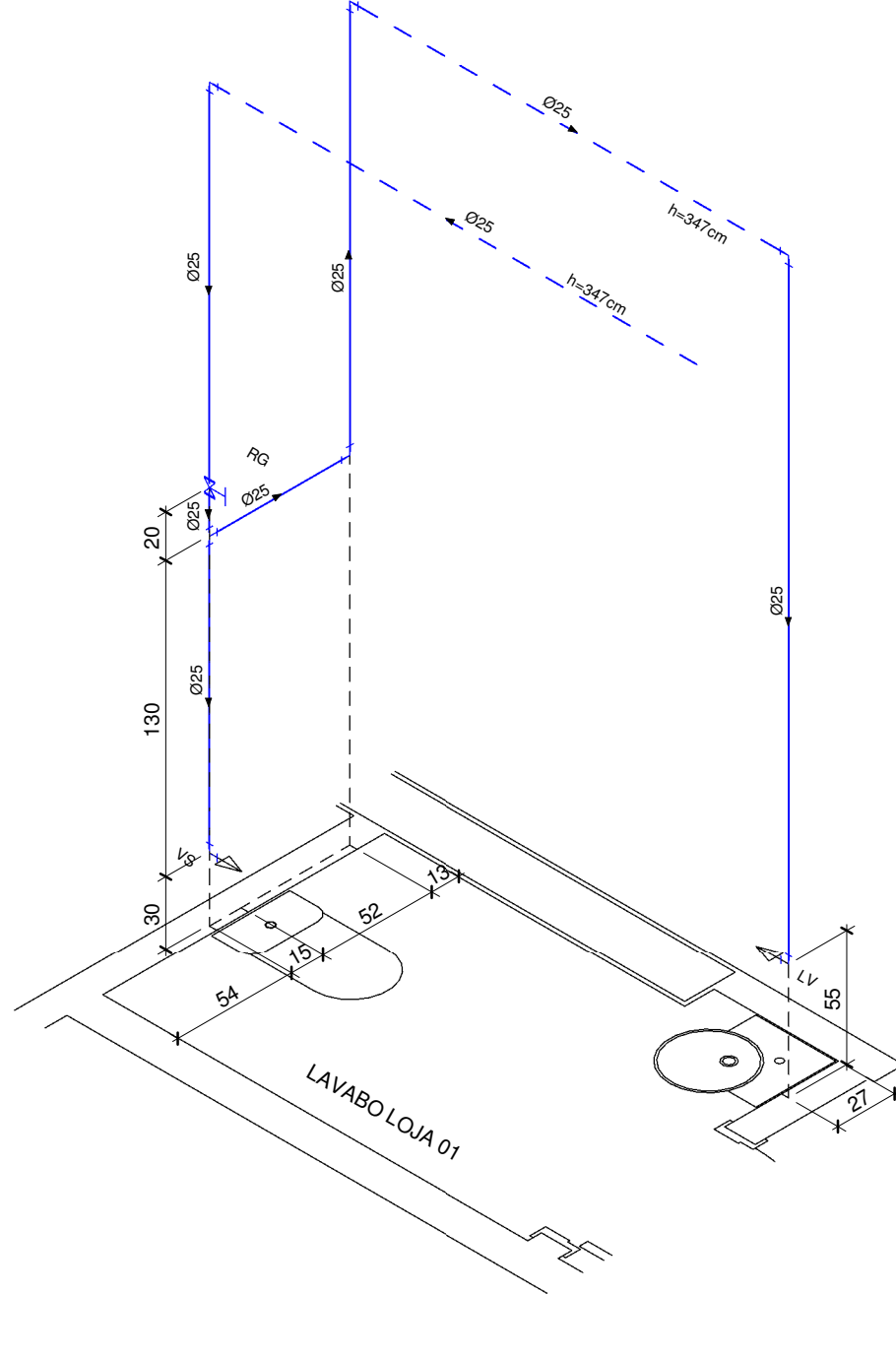




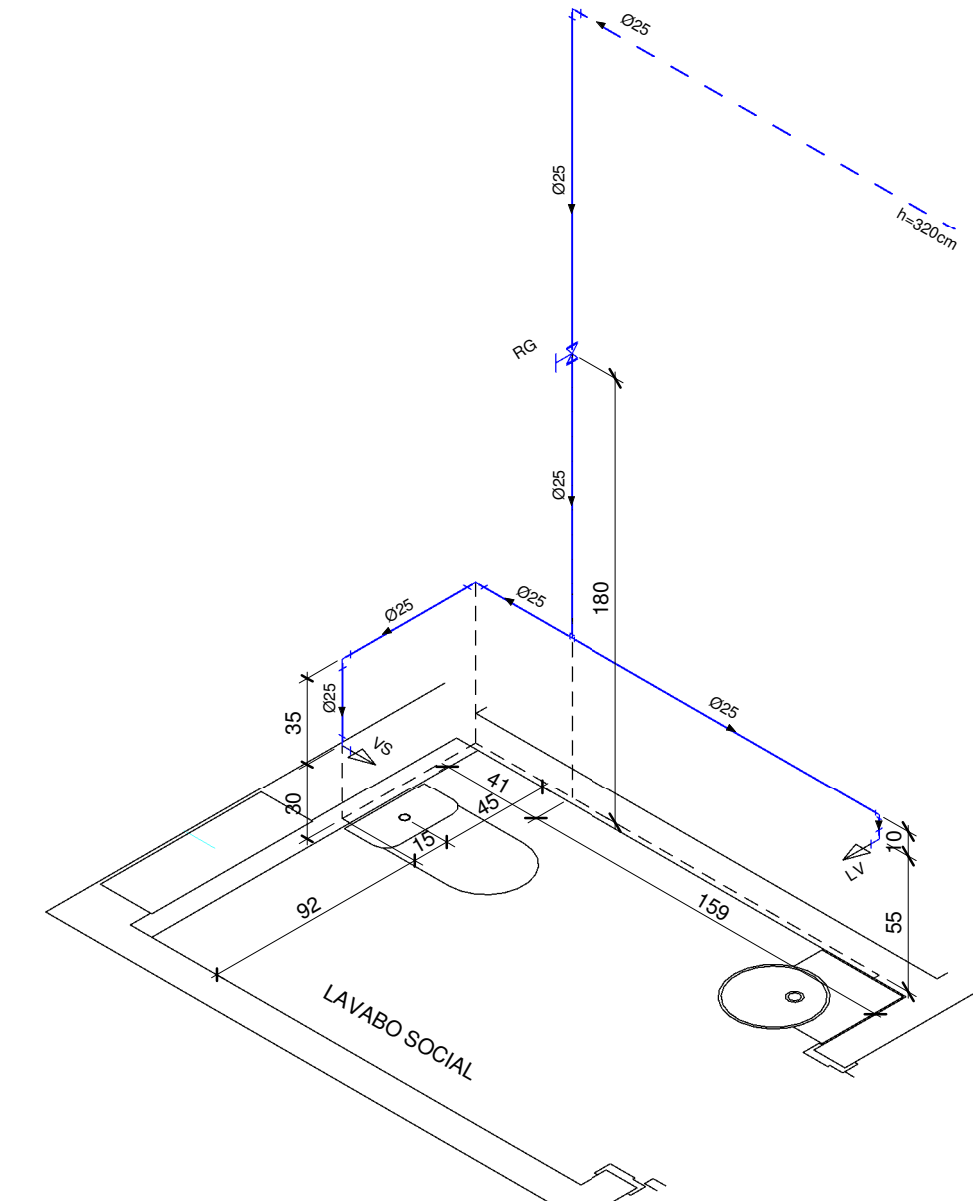
H2 - ISOMÉTRICO LAVABO LOJA 01 TÉRREO  
ESCALA 1:25



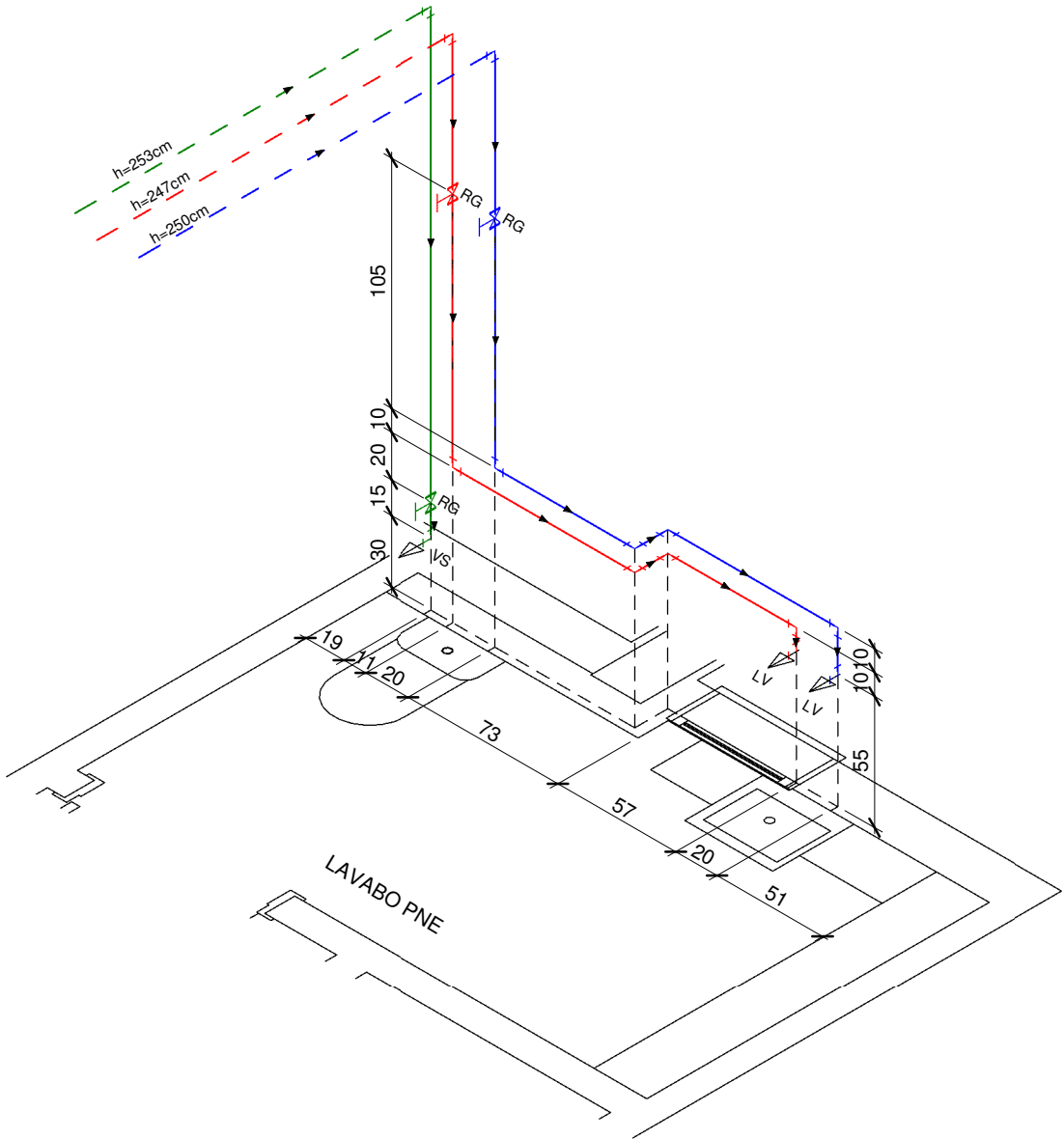
H3 - ISOMÉTRICO LAVABO LOJA 02 TÉRREO  
ESCALA 1:25



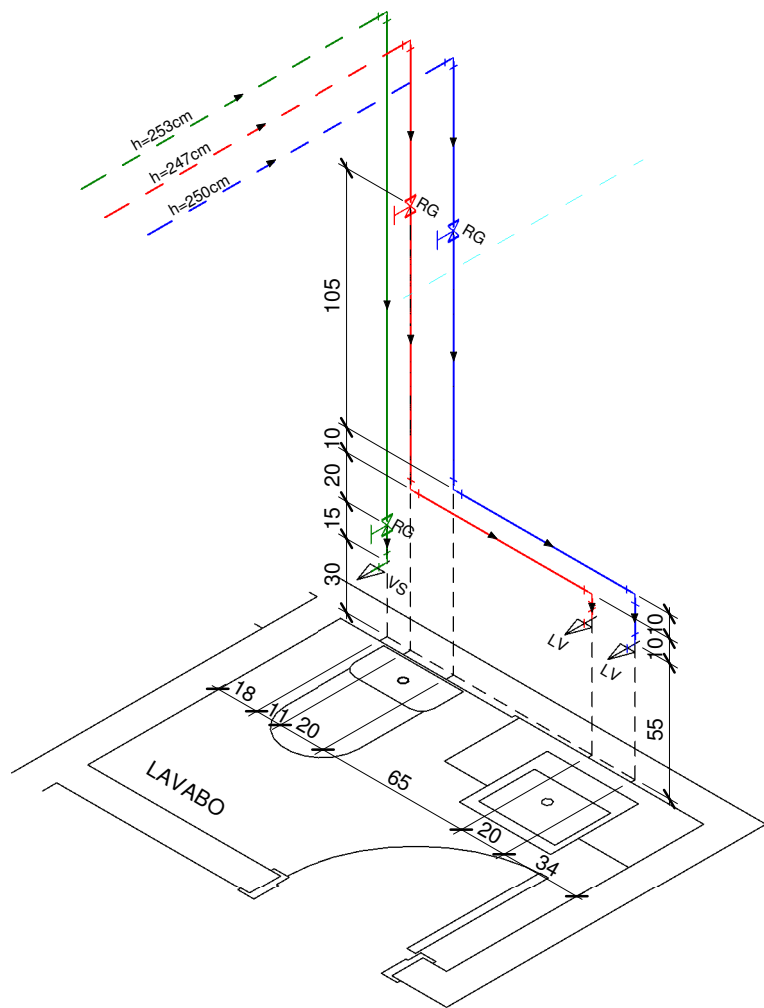
H4 - ISOMÉTRICO LAVABO LOJA 03 TÉRREO  
ESCALA 1:25



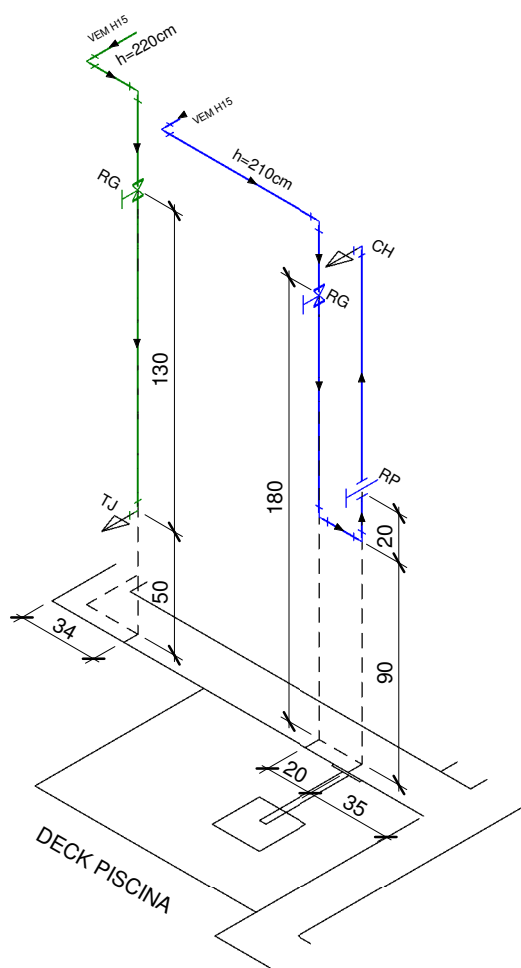
H5 - ISOMÉTRICO LAVABO SOCIAL TÉRREO  
ESCALA 1:25



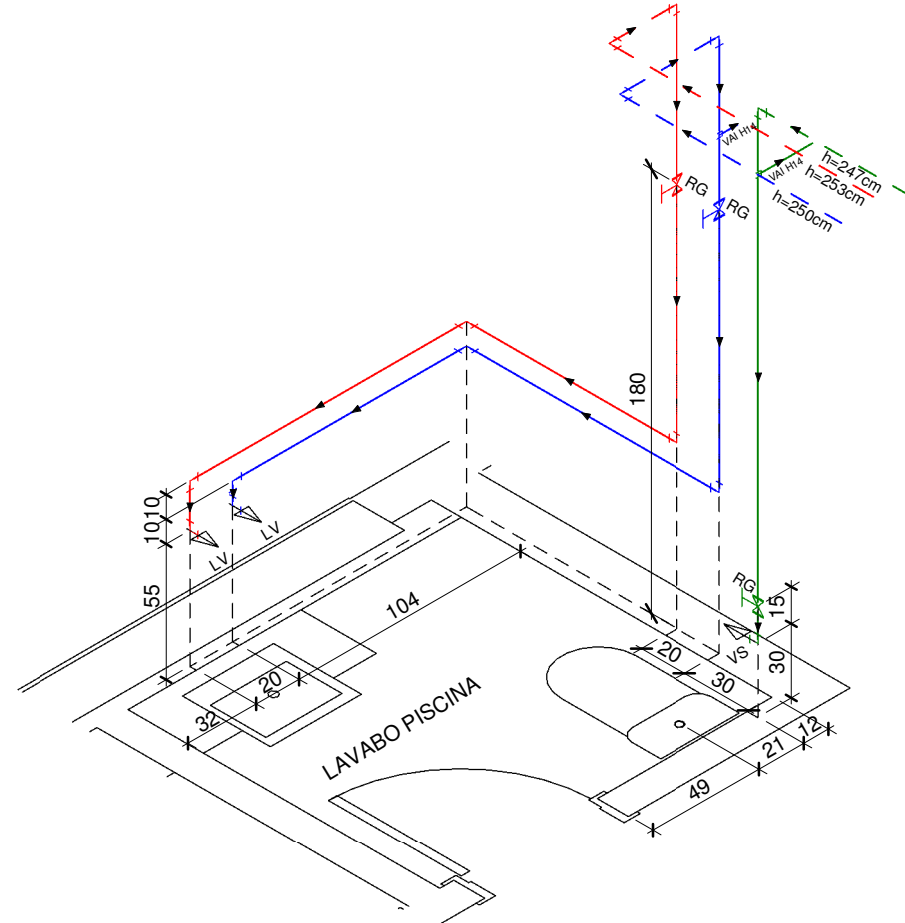
H10 - ISOMÉTRICO LAVABO PNE PILOTIS  
ESCALA 1:25



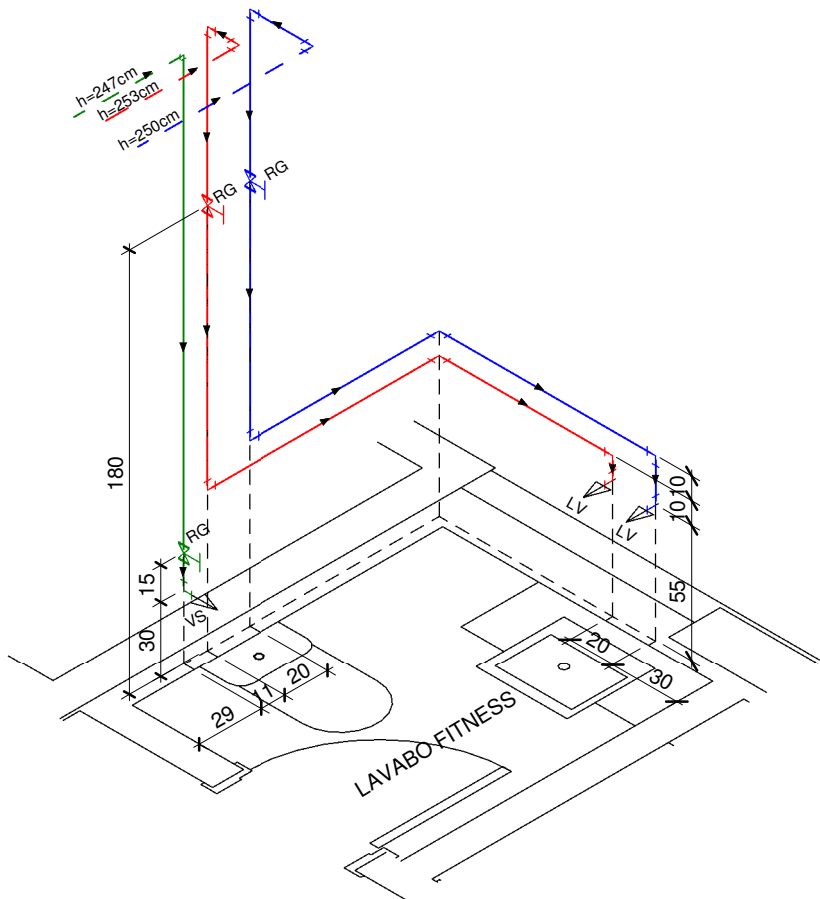
H11 - ISOMÉTRICO LAVABO CIRCULAÇÃO  
ESCALA 1:25



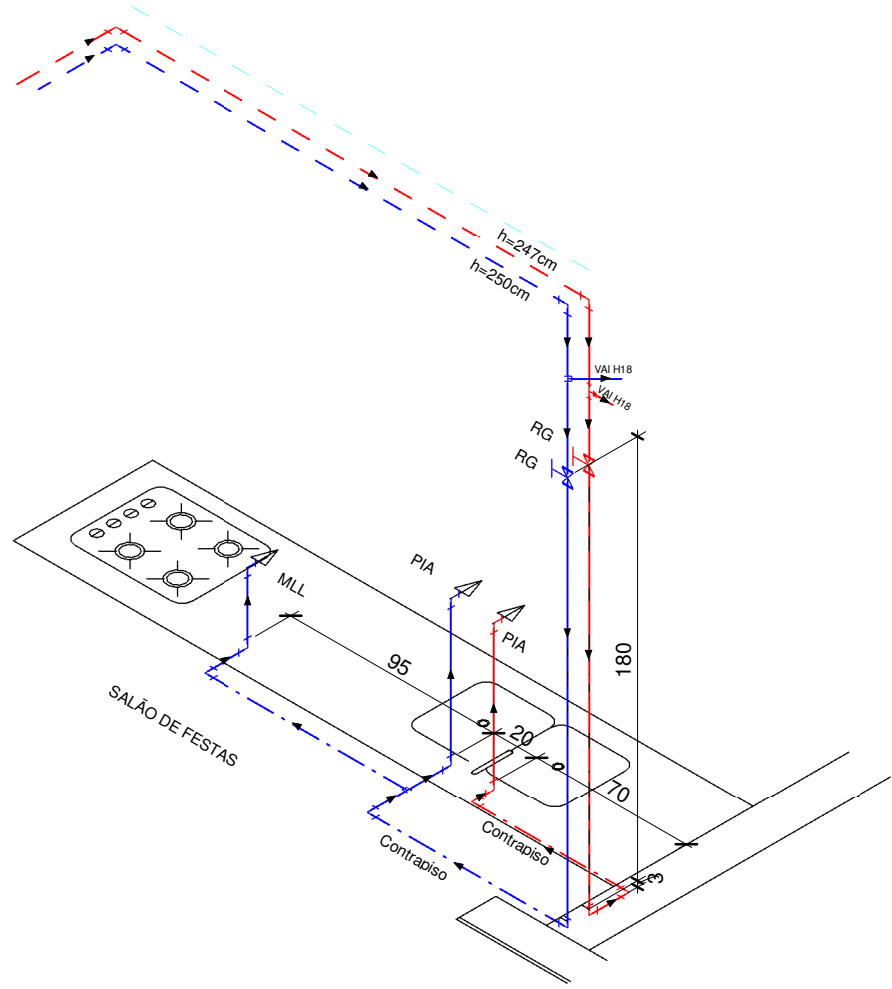
H12 - ISOMÉTRICO DUCHA PISCINA  
ESCALA 1:25



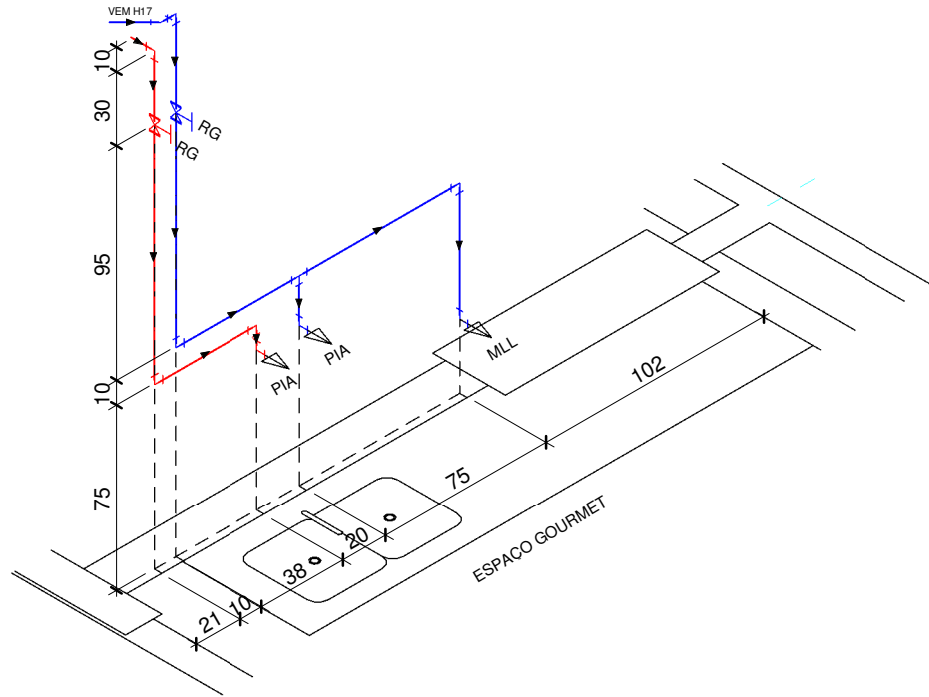
H13 - ISOMÉTRICO LAVABO PISCINA PILOTIS  
ESCALA 1:25



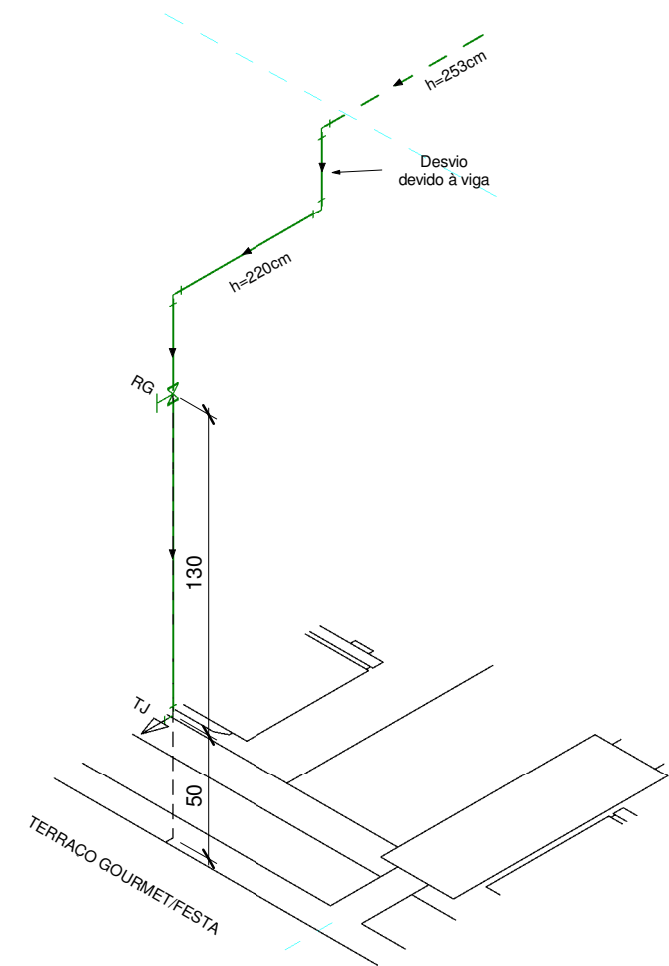
H14 - ISOMÉTRICO LAVABO FITNESS PILOTIS  
ESCALA 1:25



H15 - ISOMÉTRICO SALÃO DE FESTAS PILOTIS  
ESCALA 1:25



H16 - ISOMÉTRICO ESPAÇO GOURMET PILOTIS  
ESCALA 1:25



H17 - ISOMÉTRICO TJ PILOTIS  
ESCALA 1:25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
	AVISO DO EXTRAVASOR
	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	CHUVEIRO
	DUCHA HIGIÊNICA
	HIDRÔMETRO
	LAVATÓRIO
	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
	REGISTRO DE ESFERA
	REGISTRO DE GAVETA
	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
	TORNEIRA DE JARDIM
	TANQUE
	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	<u>Altura de utilização dos aparelhos:</u>
- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros	Chuveiro - 210 cm;
- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90º de bucha de latão;	Ducha Higiênica - 40 cm;
- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;	Lavatório - 55 cm;
- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.	Máquina de Lavar Louça - 75 cm;
	Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;
	Pia de cozinha - 60 cm;
	Registro Monocomando - 110 cm;
	Torneira de Jardim - 30 cm;
	Tanque - 60 cm;
	Vaso sanitário - 30 cm.



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

DETALHES ISOMÉTRICOS DOS PAVIMENTOS TÉRREO E PILOTIS  
H2, H3, H4, H5, H10, H11, H12, H13, H14, H15, H16 E H17

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

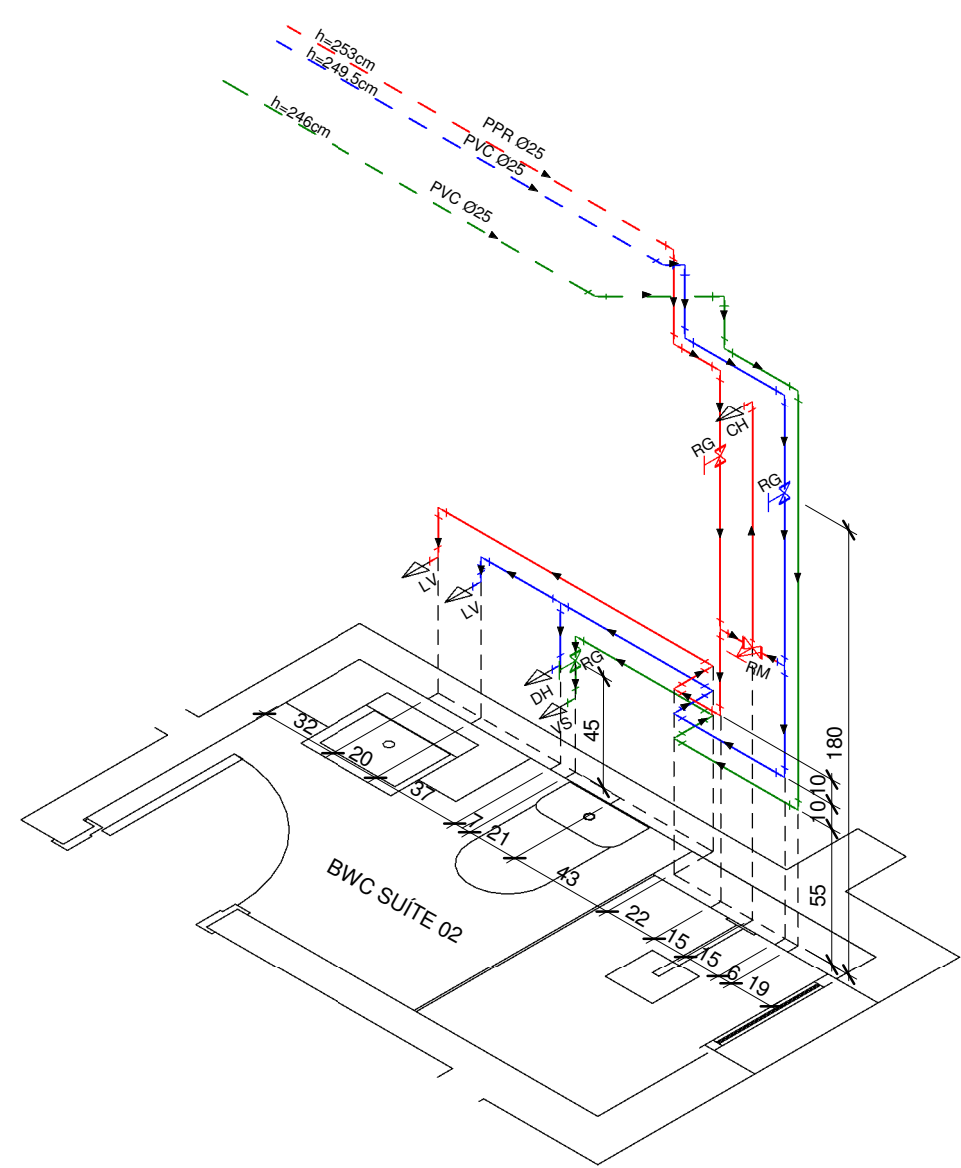
ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/18

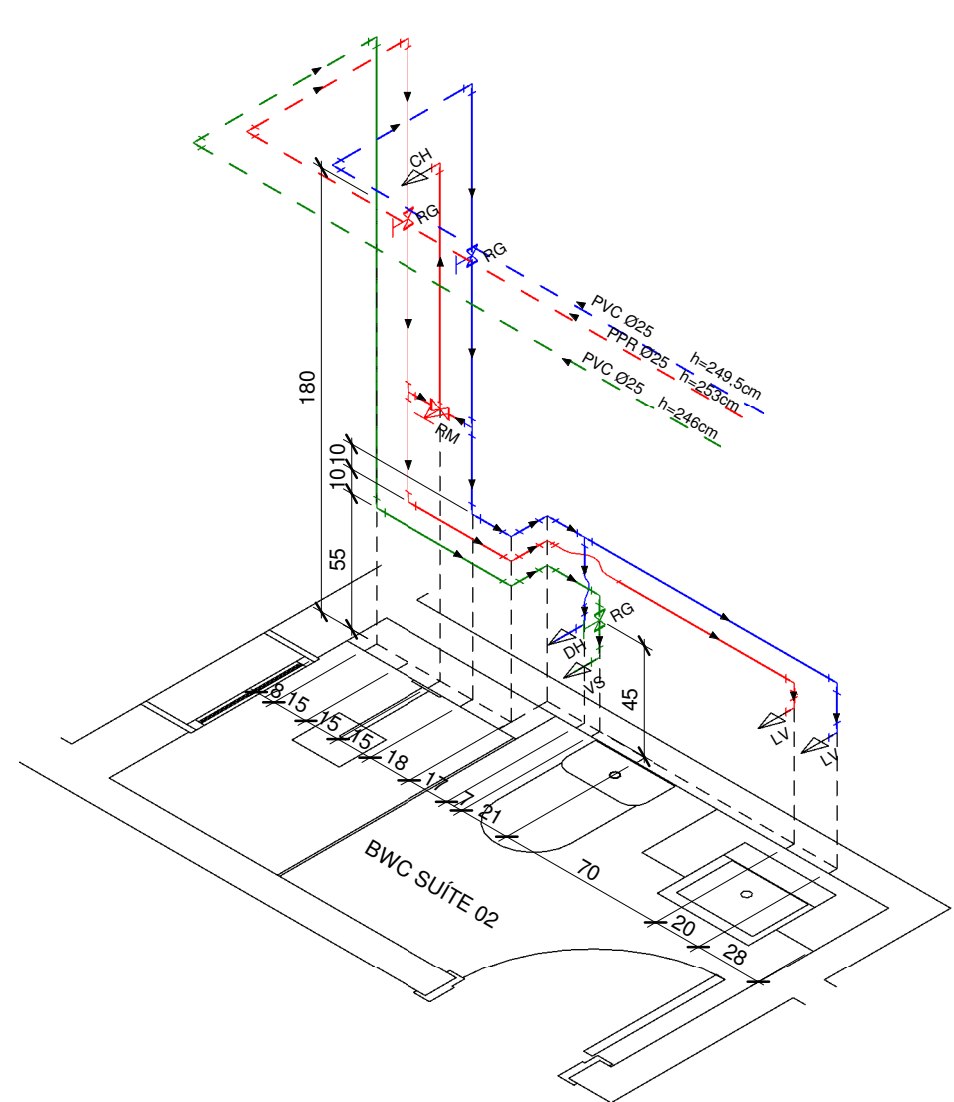
REVISÃO:  
R00

PRANCHAS:  
09/23

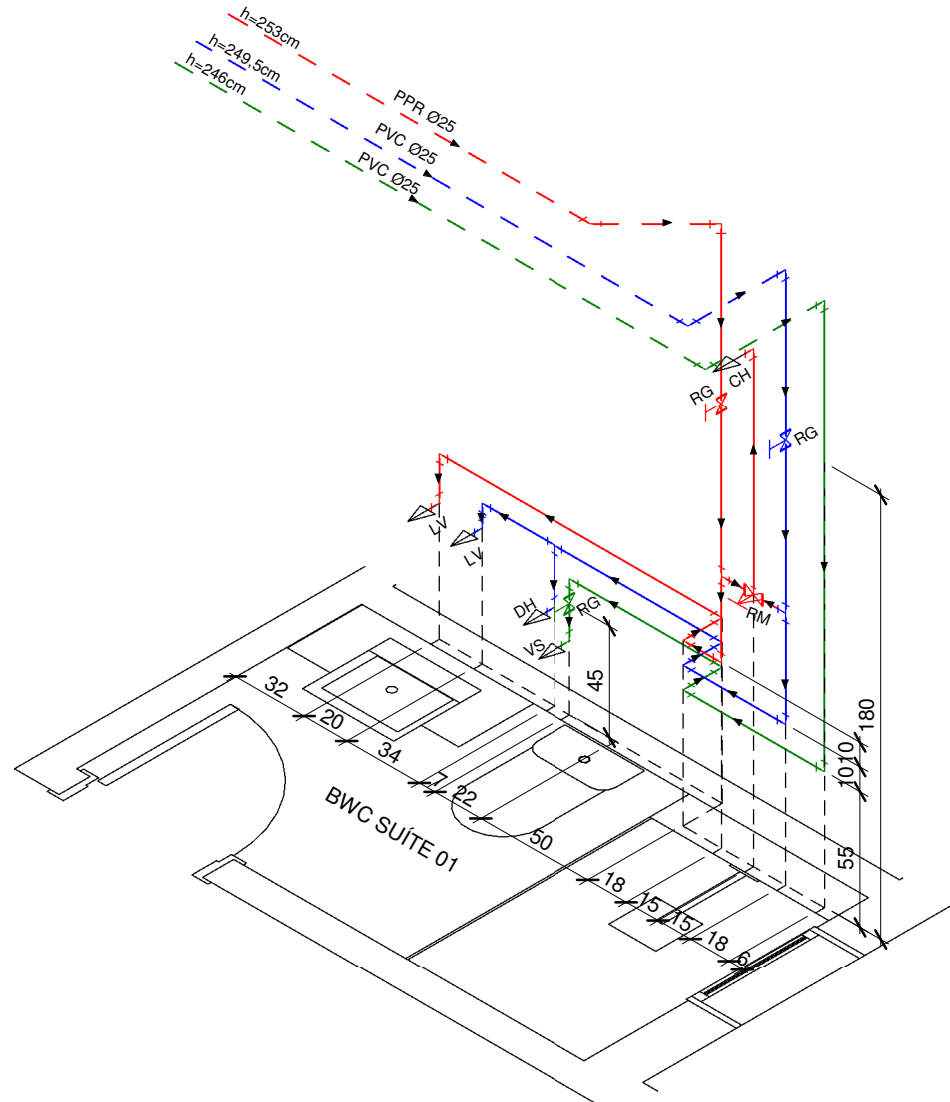




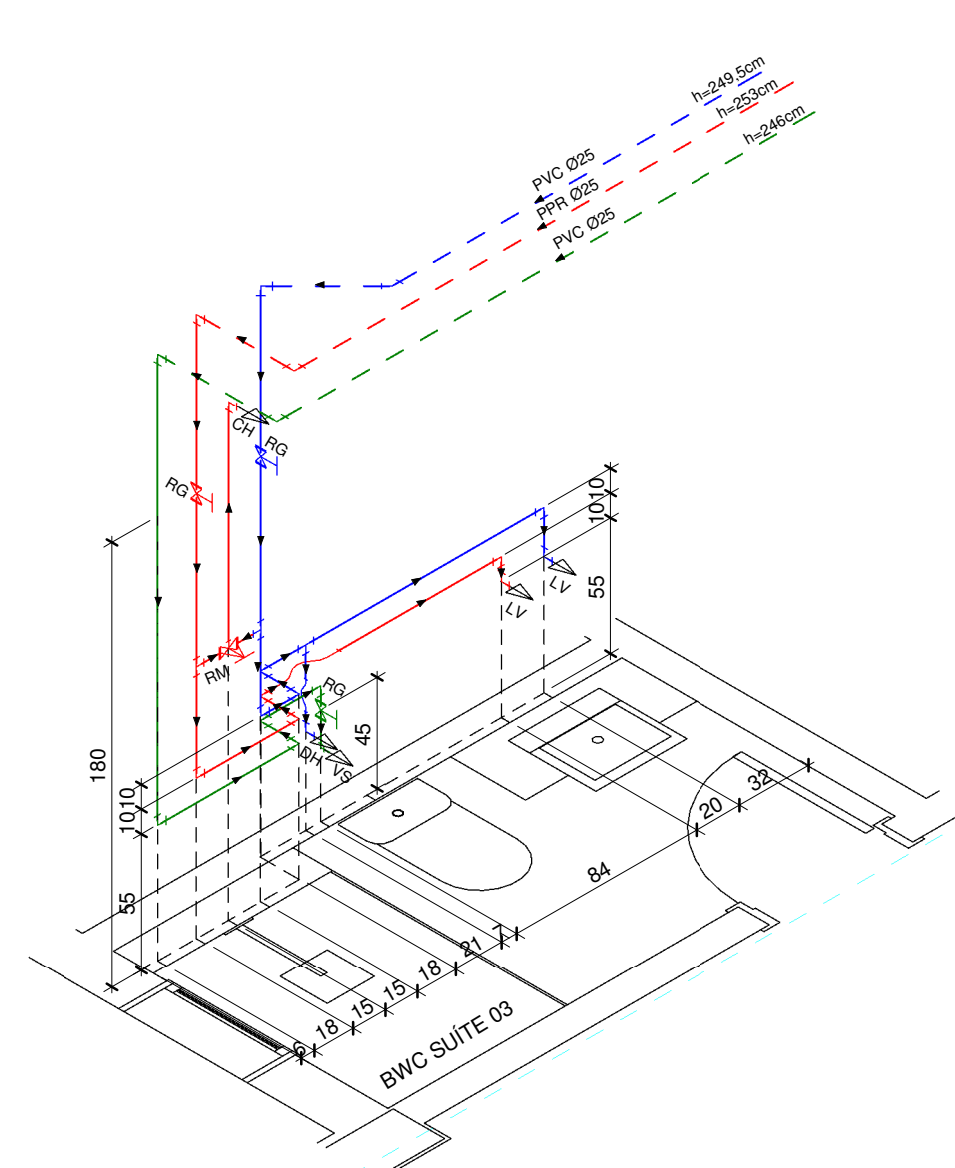
H18 - BWC SUÍTE 02 - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1:25



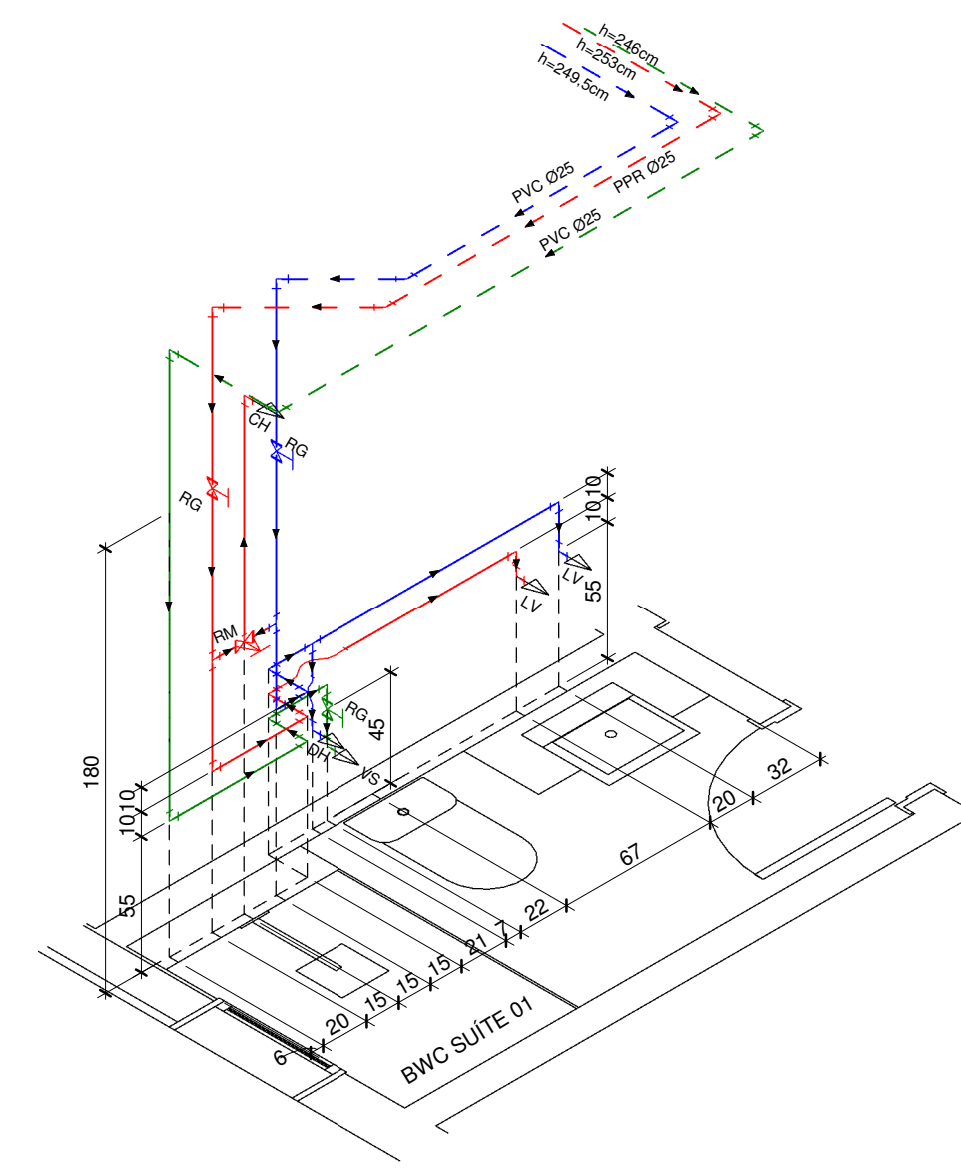
H19 - BWC SUÍTE 02 - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1:25



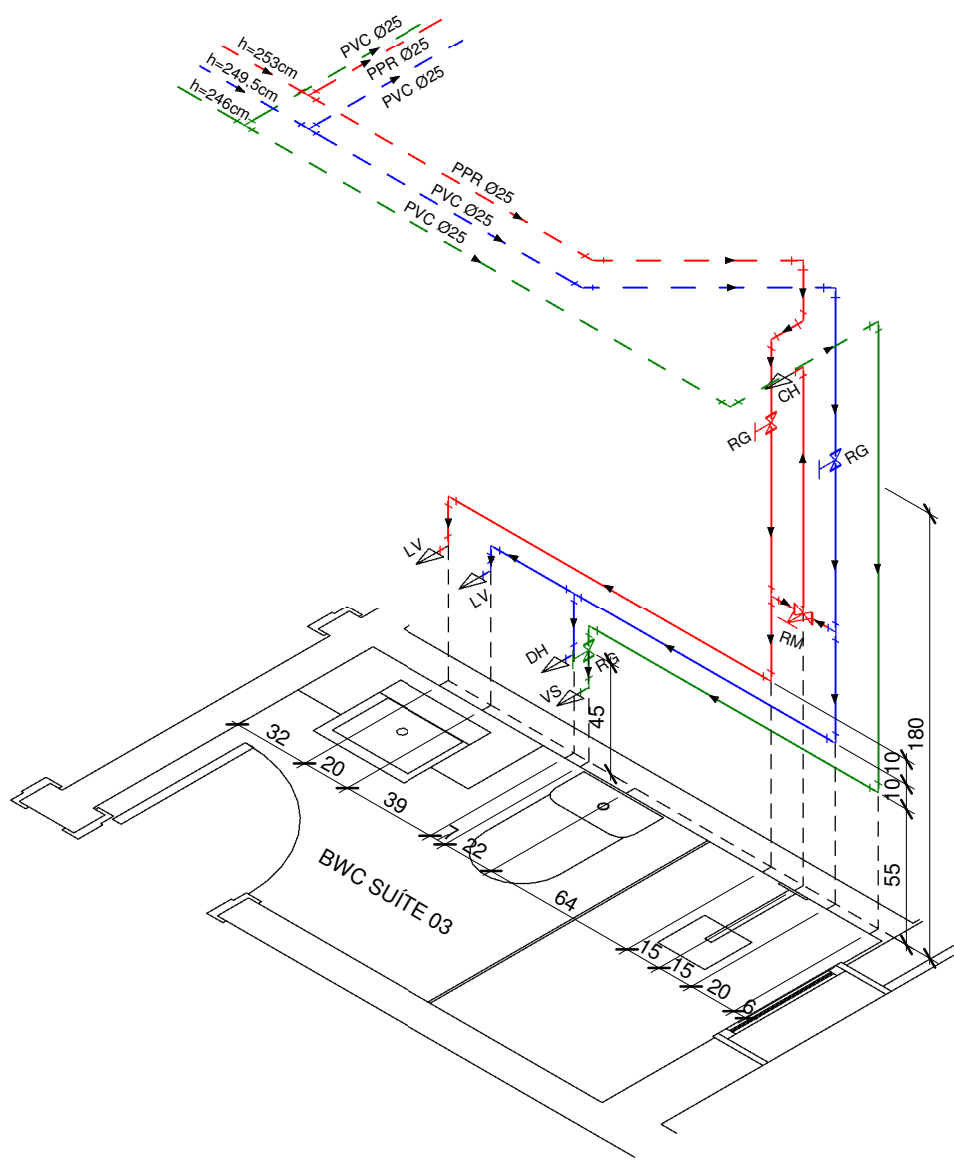
H20 - BWC SUÍTE 01 - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1:25



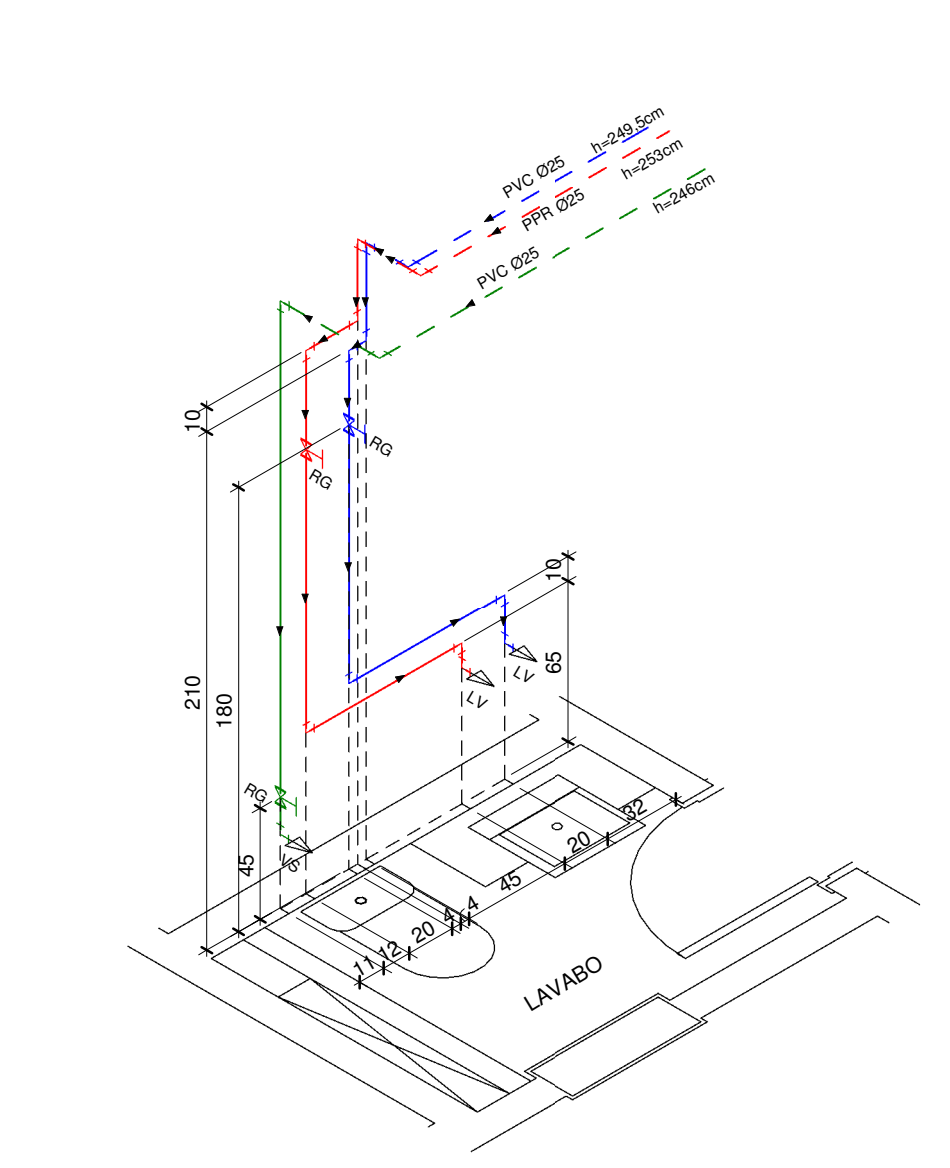
H21 - BWC SUÍTE 03 - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1:25



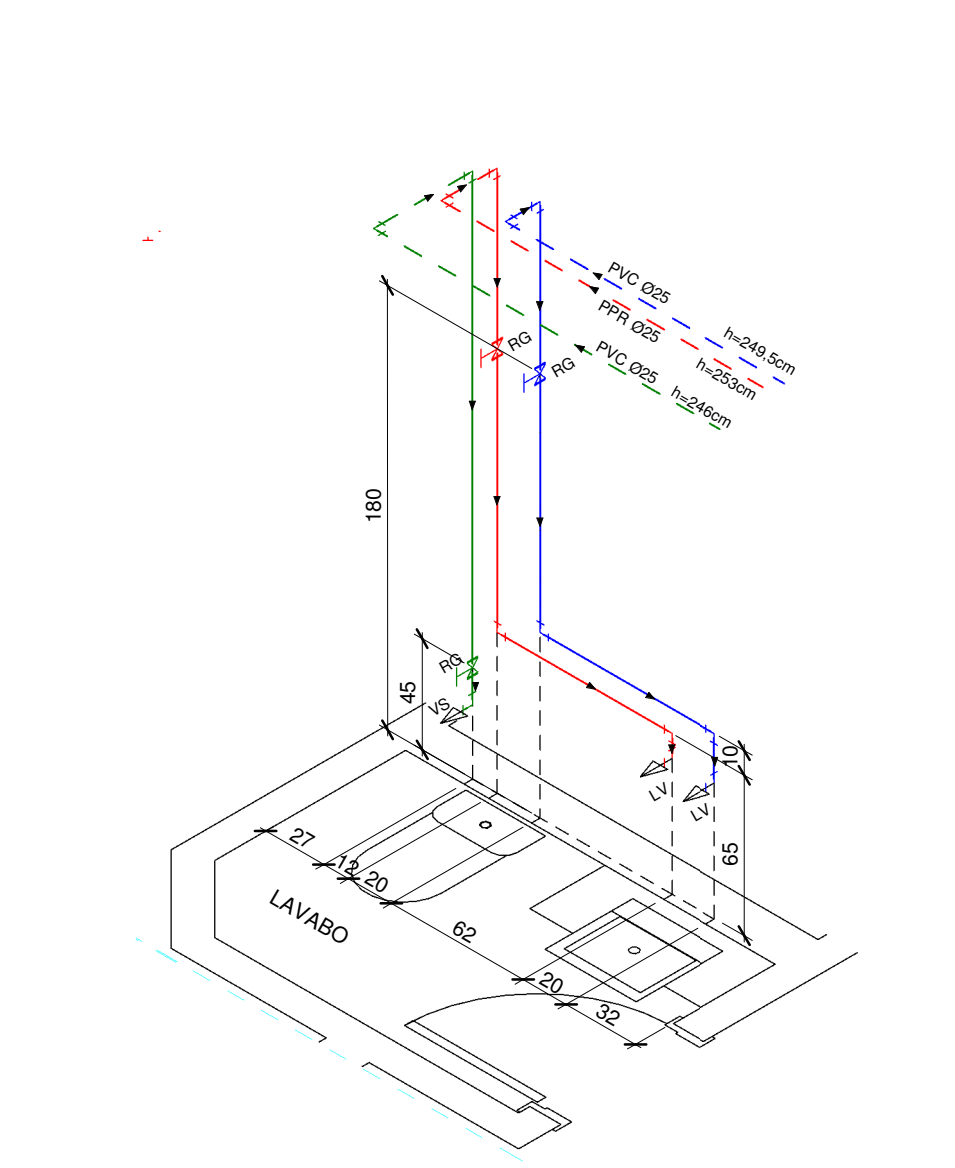
H22 - BWC SUÍTE 01 - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1:25



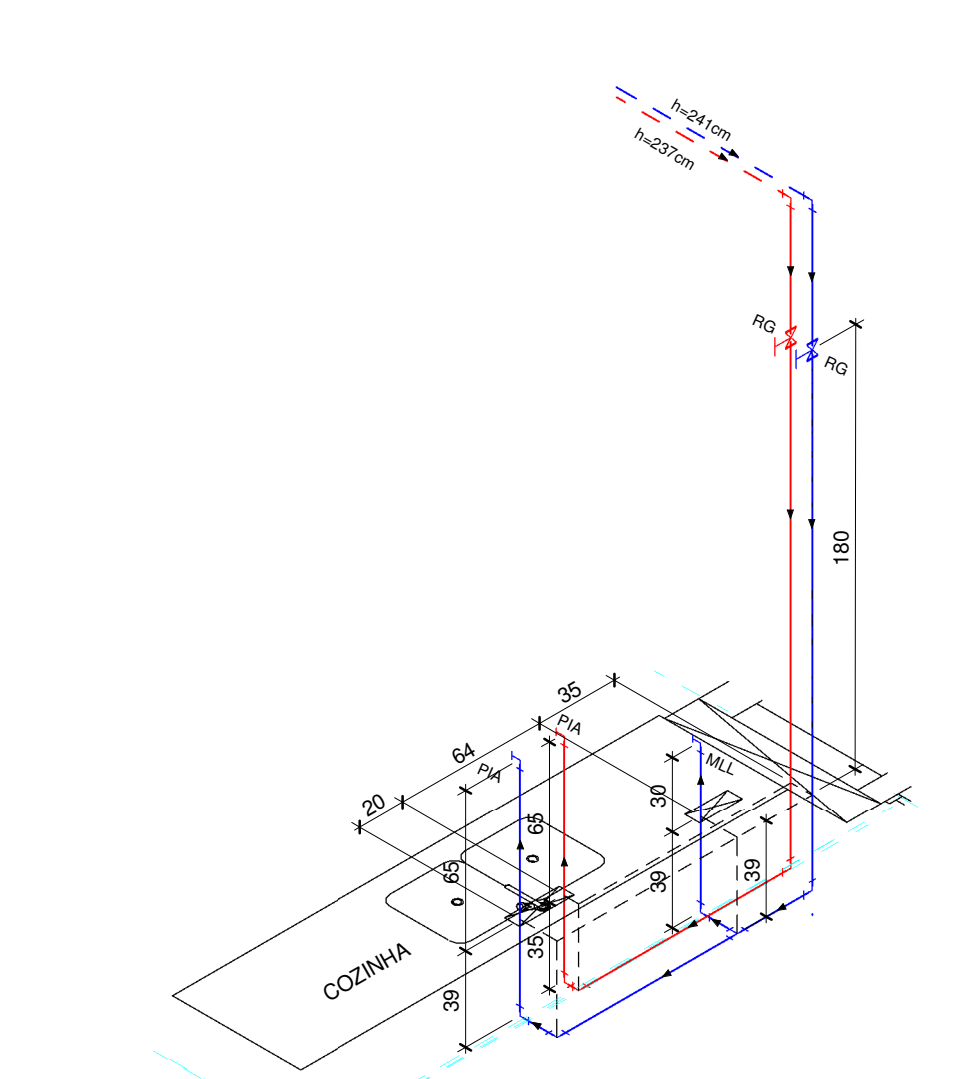
H23 - BWC SUÍTE 03 - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1:25



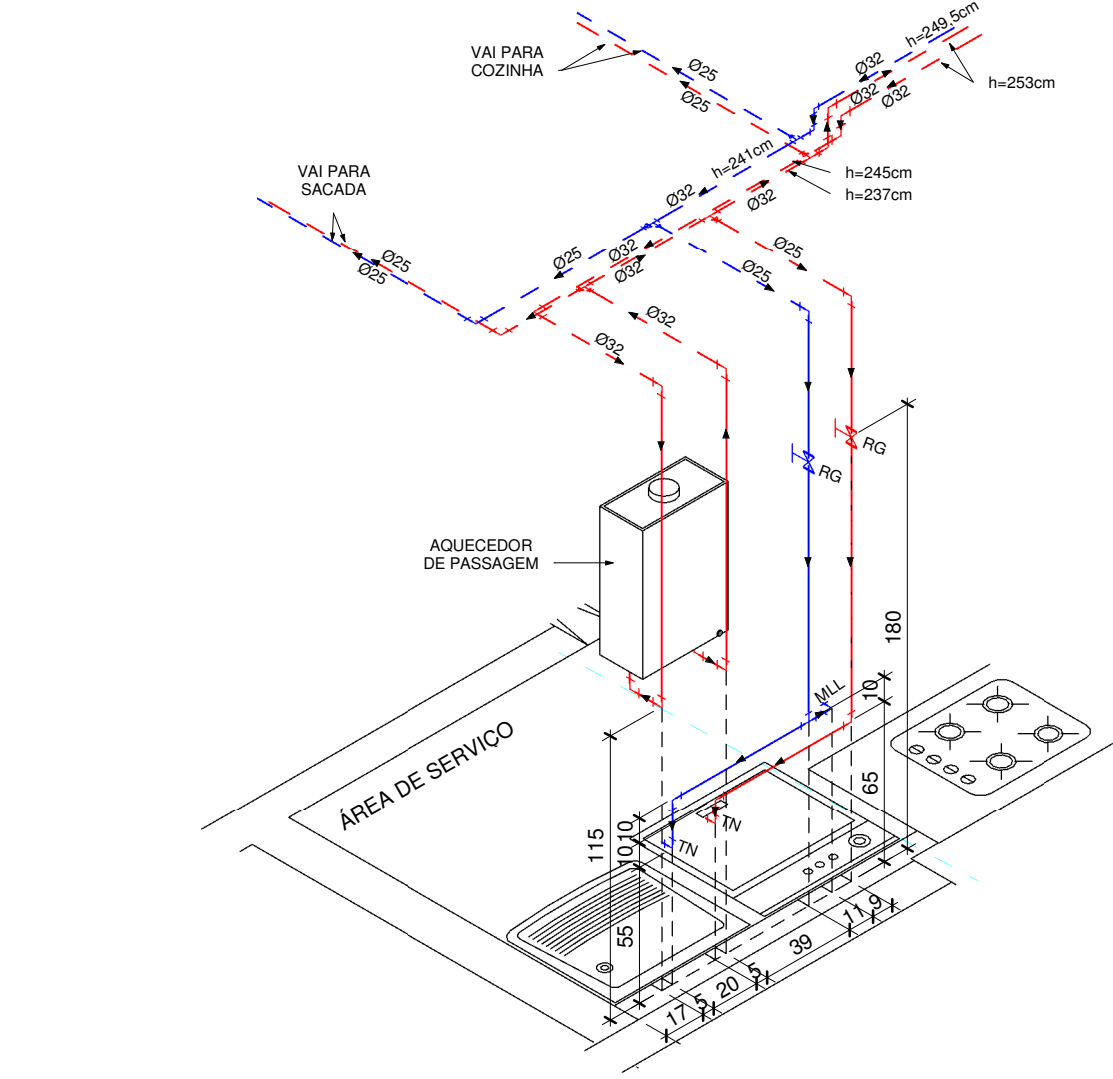
H24 - LAVABO - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1:25



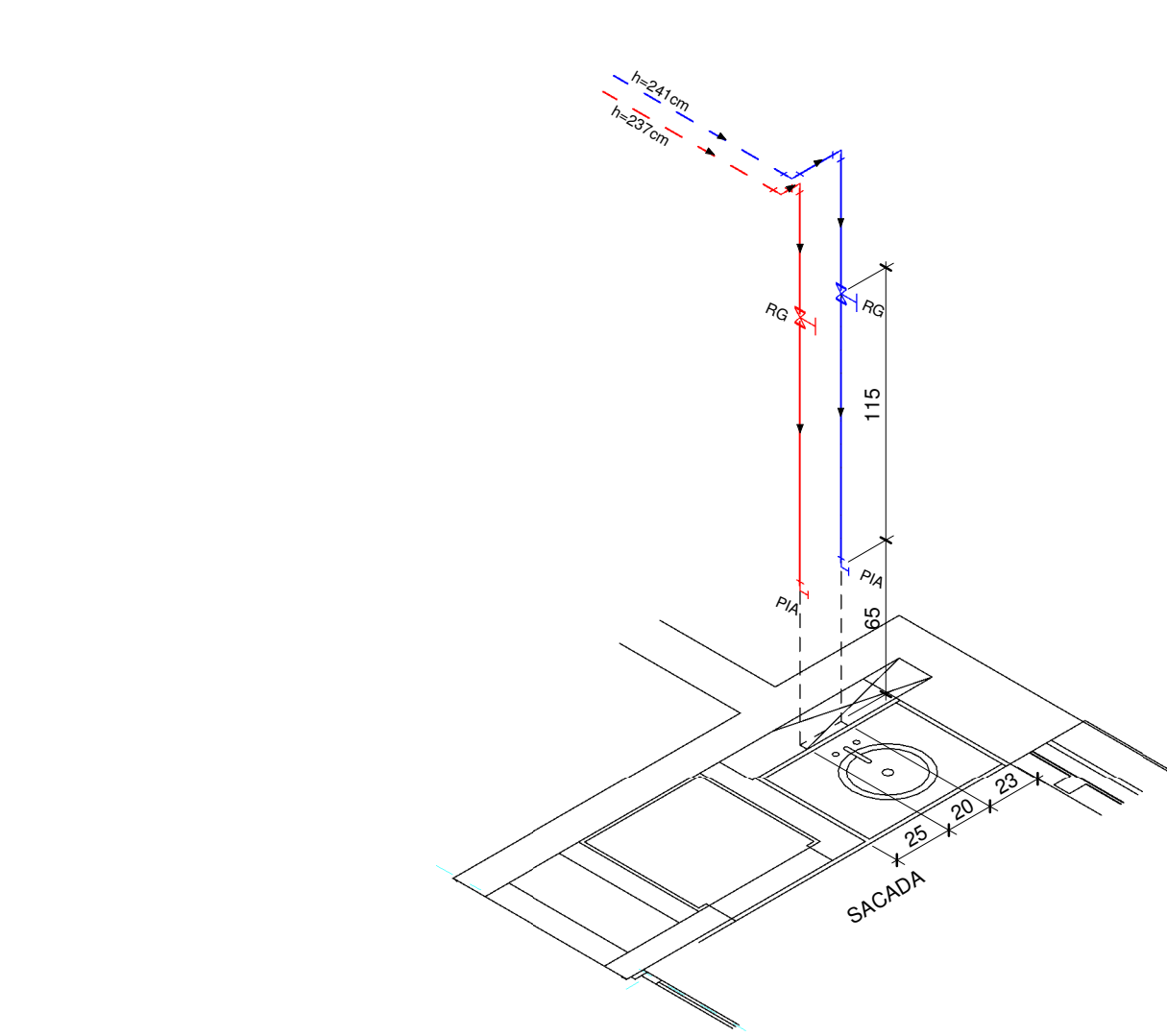
H25 - LAVABO - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1:25



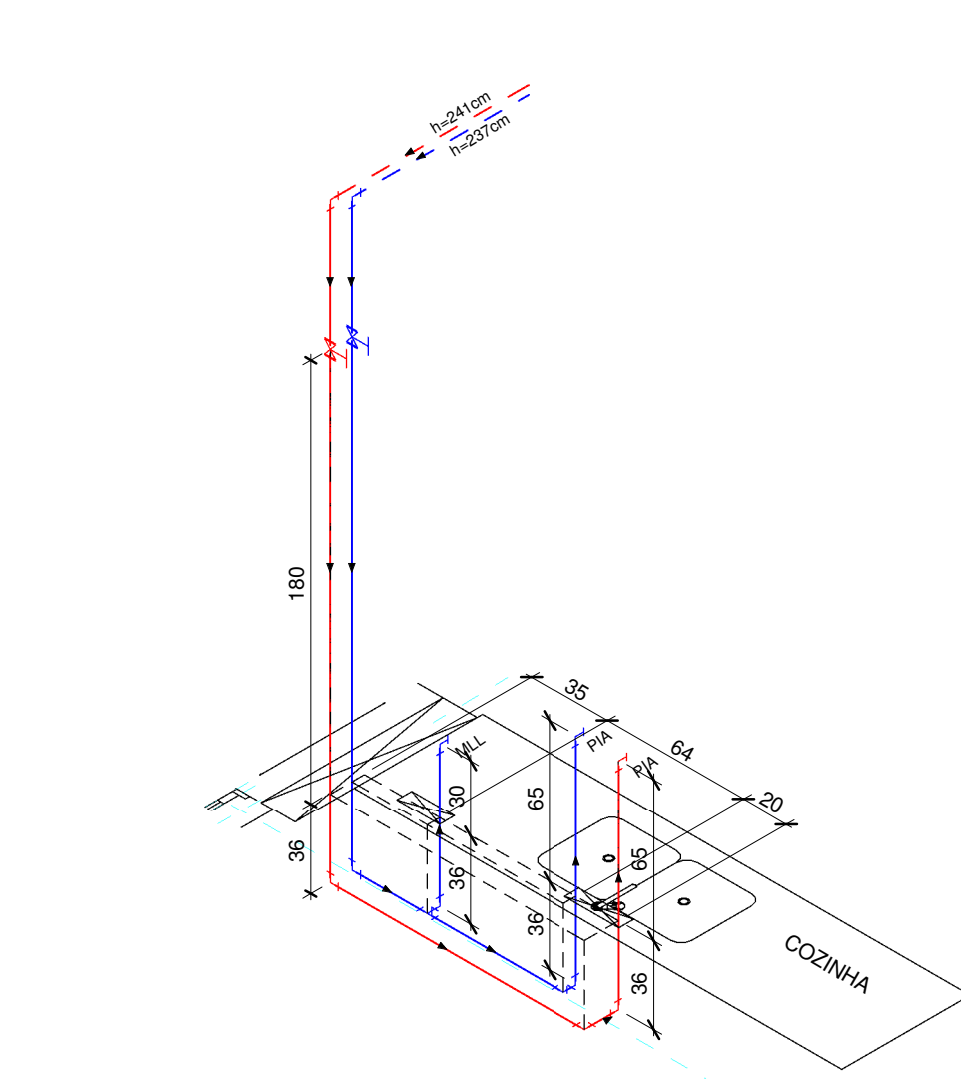
H26 - COZINHA APTO 01 TIPO  
ESCALA 1:25



H27 - ÁREA DE SERVIÇO - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1:25



H28 - SACADA APTO 01 TIPO  
ESCALA 1:25



H29 - COZINHA APTO 02 TIPO  
ESCALA 1:25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO PPR-PN20 ÁGUA QUENTE
	TUBULAÇÃO DE PVC DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA NAS PAREDES
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA PELO FORRO
	TUBULAÇÃO DE ÁGUA ENTERRADA
AE	AVISO DO EXTRAVASOR
AF	COLUNA DE ÁGUA FRIA POTÁVEL
AL	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA POTÁVEL
ALP	COLUNA DE ALIMENTAÇÃO DE ÁGUA PLUVIAL
AQ	COLUNA DE ÁGUA QUENTE
AR	COLUNA DE ÁGUA FRIA PLUVIAL
CH	CHUVEIRO
DH	DUCHA HIGIÊNICA
HID	HIDRÔMETRO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RE	REGISTRO DE ESFERA
RG	REGISTRO DE GAVETA
RM	REGISTRO COM BASE MISTURADORA MONOCOMANDO
TJ	TORNEIRA DE JARDIM
TN	TANQUE
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	<u>Altura de utilização dos aparelhos:</u>
- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros	Chuveiro - 210 cm;
- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;	Ducha Higiênica - 40 cm;
- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;	Lavatório - 55 cm;
- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.	Máquina de Lavar Louça - 75 cm;
	Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;
	Pia de cozinha - 60 cm;
	Registro Monocomando - 110 cm;
	Torneira de Jardim - 30 cm;
	Tanque - 60 cm;
	Vaso sanitário - 30 cm.



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

DETALHES ISOMÉTRICOS H18, H19, H20, H21, H22, H23, H24, H25, H26, H27, H28, H29

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/18

REVISÃO:  
R00

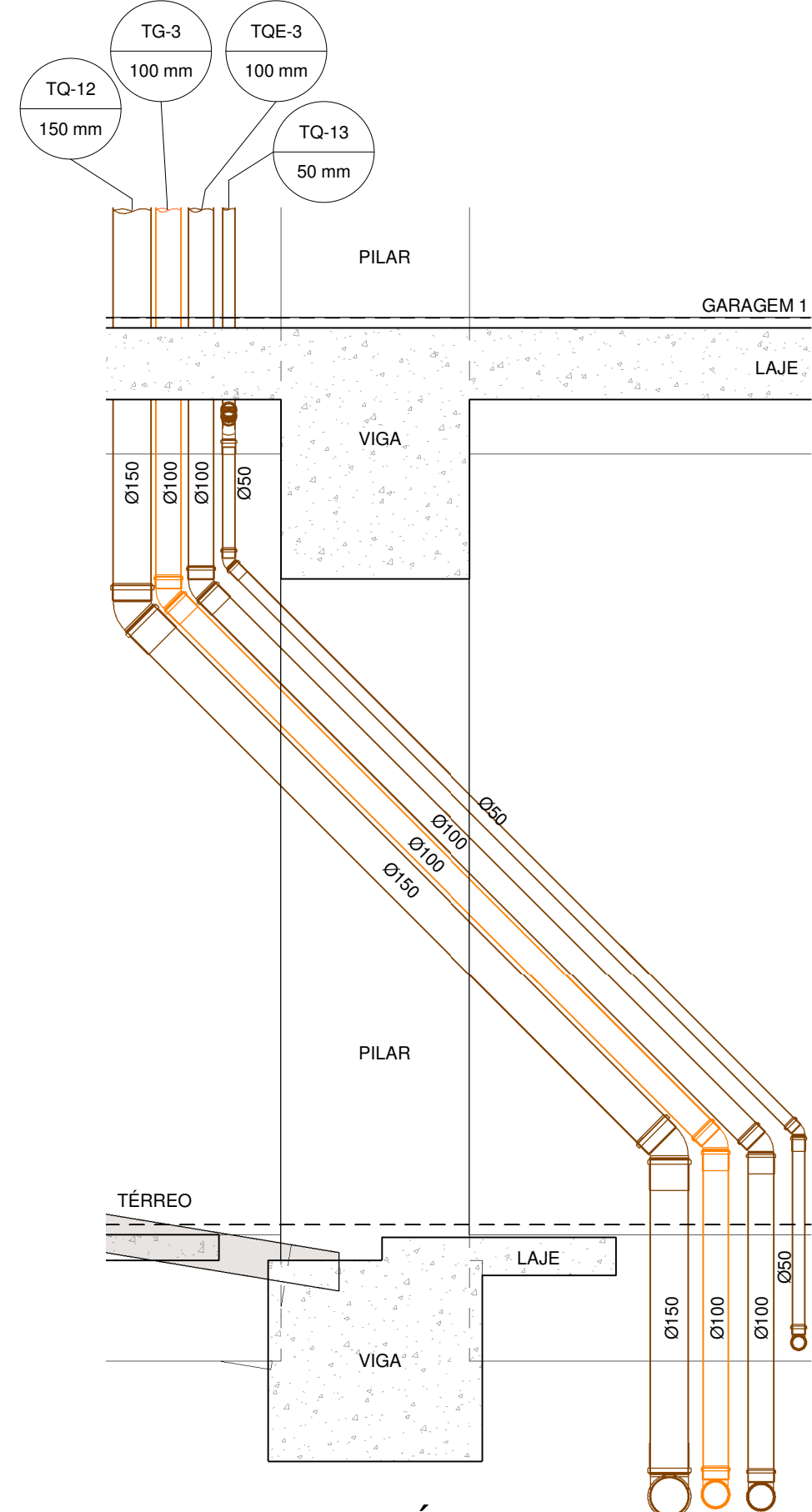
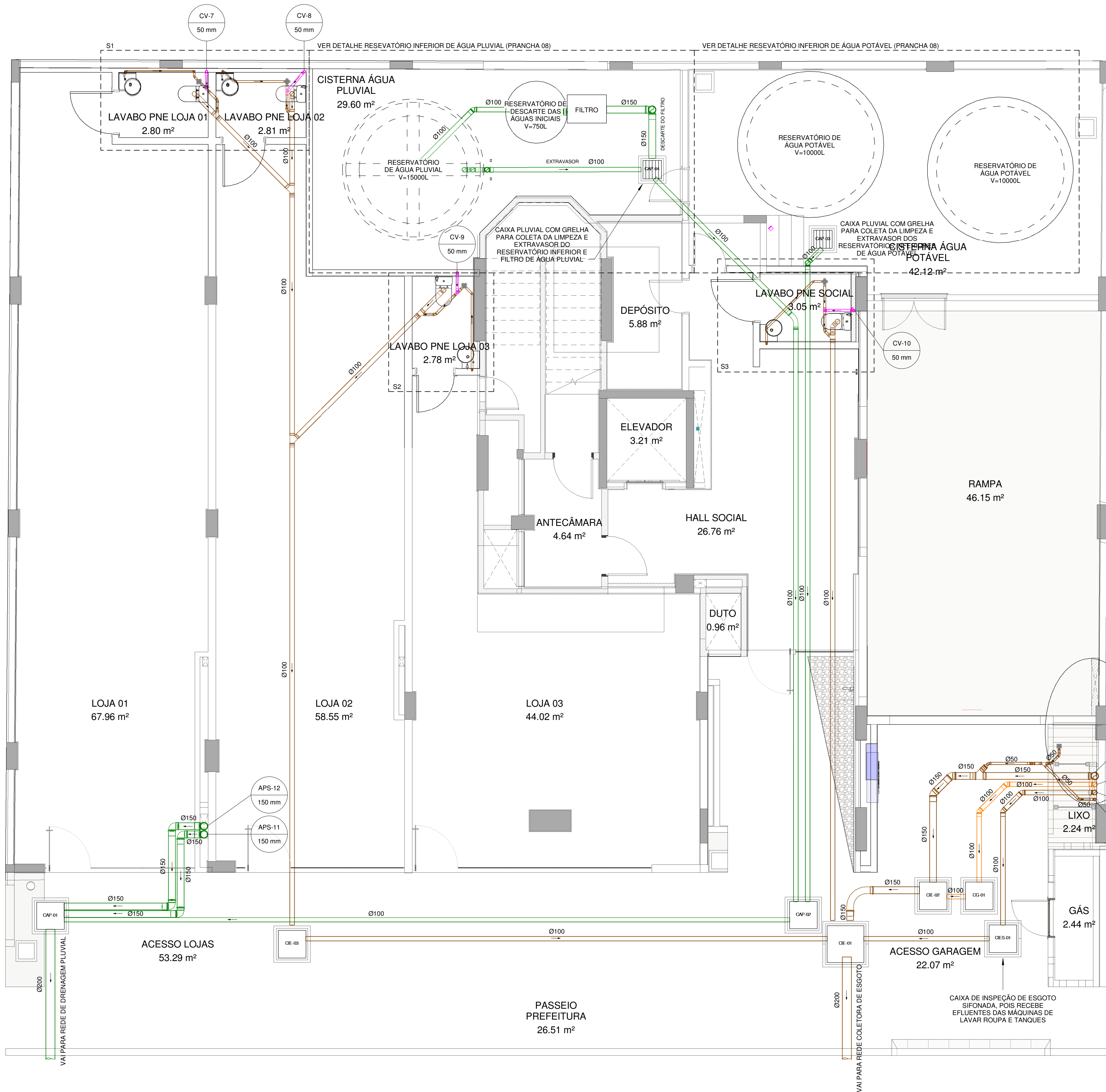
PRANCHA:  
10,23





NOTAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;</li> <li>- Todos os diâmetros não indicados são de 25 milímetros</li> <li>- Nos pontos de água fria deve ser colocado um joelho 90° de bucha de latão;</li> <li>- A tubulação de água fria deve ser de PVC rígido soldável;</li> <li>- A tubulação de água quente deve ser de PPR - PN20.</li> </ul>	<p><u>Altura de utilização dos aparelhos:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Chuveiro - 210 cm;</li> <li>Ducha Higiénica - 40 cm;</li> <li>Lavatório - 55 cm;</li> <li>Máquina de Lavar Louça - 75 cm;</li> <li>Máquina de Lavar Roupa - 75 cm;</li> <li>Plta de cozinha - 60 cm;</li> <li>Registro Monocomando - 110 cm;</li> <li>Torneira de Jardim - 30 cm;</li> <li>Tanque - 60 cm;</li> <li>Vaso sanitário - 30 cm.</li> </ul>

11/23



DETALHE 01 - TÉRREO  
ESCALA 1 : 25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de captação de esgoto dos aparelhos:
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;	Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;	Máquina de Lavar Louça - 30 cm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;	Máquina de Lavar Roupa - 30 cm;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;	
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;	
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;	
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;	
- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.	

PLANTA BAIXA SANITÁRIA TÉRREO  
ESCALA 1 : 50

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO TÉRREO  
PLANTA BAIXA SANITÁRIA E DETALHE 01

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/2018

REVISÃO:  
R00

PRANCHAS:  
12, 23





NOTAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;</li> <li>- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;</li> <li>- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;</li> <li>- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;</li> <li>- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;</li> <li>- o ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;</li> <li>- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;</li> <li>- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;</li> <li>- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.</li> </ul>	<p><u>Ata de captação de esgoto dos aparelhos:</u></p> <p>Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;  Máquina de Lavar Louça - 30 cm;  Máquina de Lavar Roupa - 30 cm;</p>

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO GARAGEM 1

## PLANTA BAIXA SANITÁRIA

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC


PRANCHIA

ESCALA:  
1 : 50

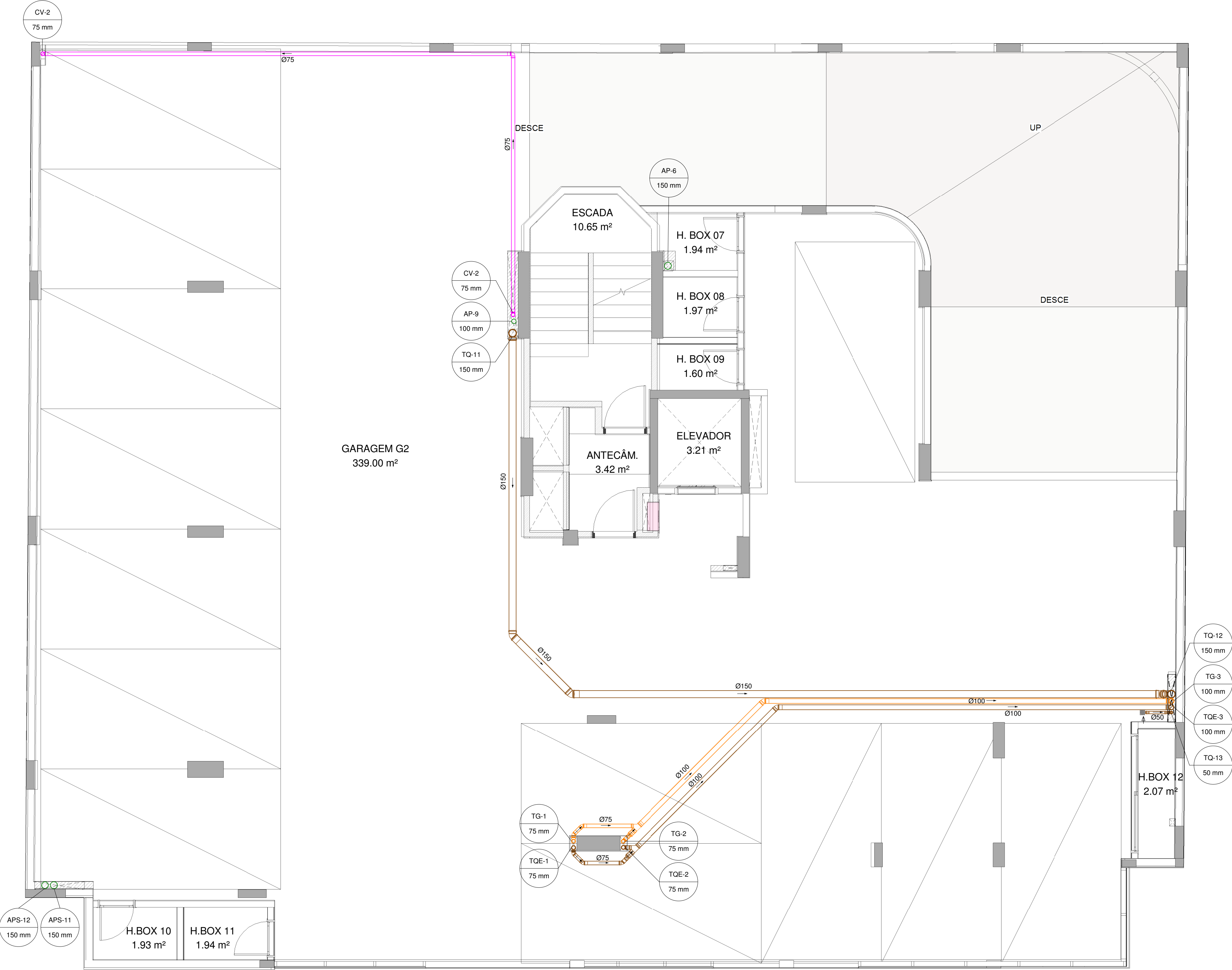
DATA: 03/06/2018

REVISÃO: R01


13, 23

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de captação de esgoto dos aparelhos:
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;	Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;	Máquina de Lavar Louça - 30 cm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;	Máquina de Lavar Roupas - 30 cm;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;	
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;	
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;	
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;	
- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.	



PLANTA BAIXA SANITÁRIA GARAGEM 2  
ESCALA 1 : 50



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO GARAGEM 2  
PLANTA BAIXA SANITÁRIA

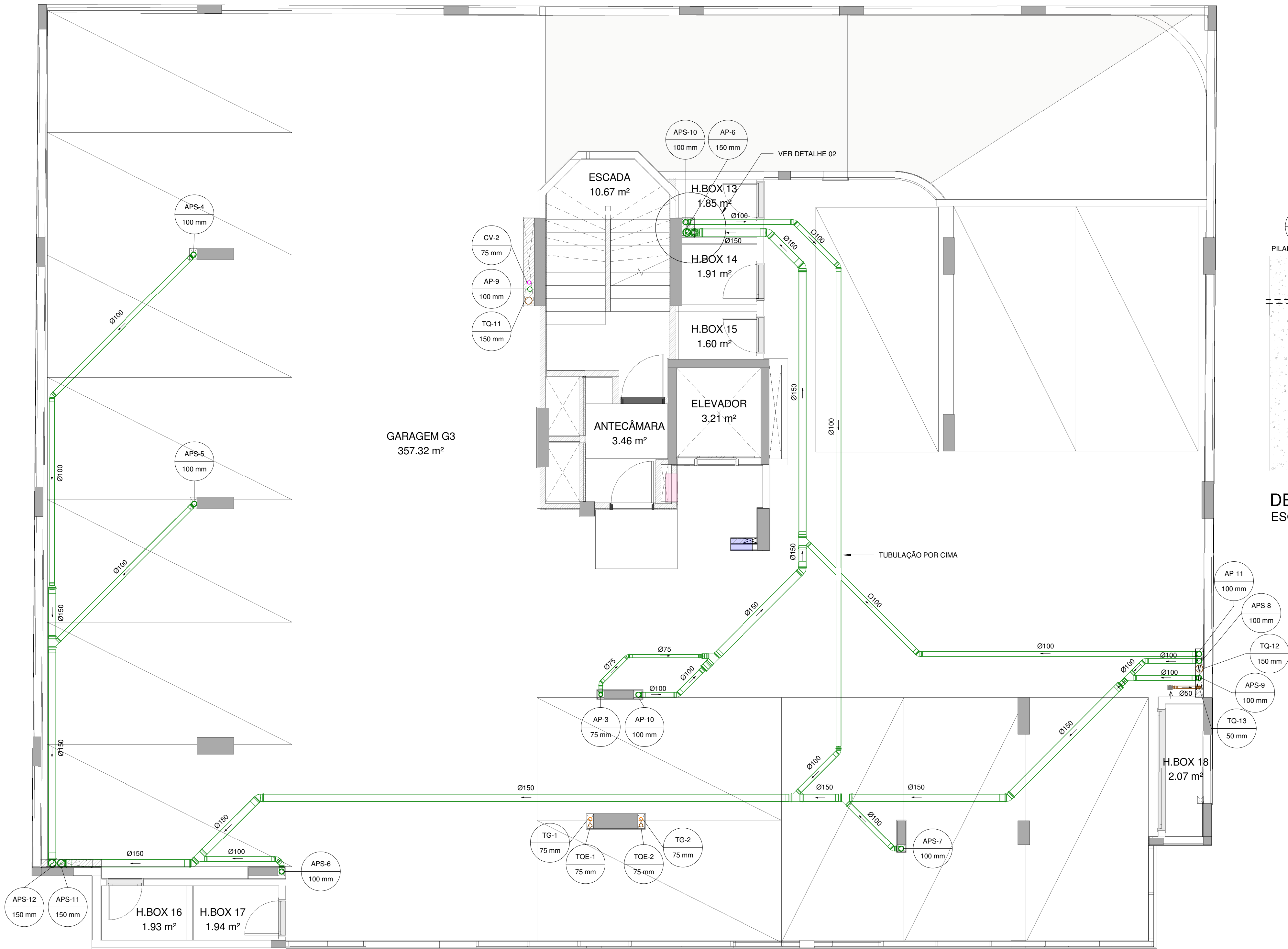
LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

ESCALA:  
1 : 50

DATA:  
03/06/2018

REVISÃO:  
R00

PRANCHAS:  
14, 23




PLANTA BAIXA SANITÁRIA GARAGEM 3  
ESCALA 1 : 50

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de captação de esgoto dos aparelhos:
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;	Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;	Máquina de Lavar Louça - 30 cm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;	Máquina de Lavar Roupas - 30 cm;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;	
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;	
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;	
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;	
- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.	

DETALHE 02 - GARAGEM 3  
ESCALA 1 : 25



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO GARAGEM 3  
PLANTA BAIXA SANITÁRIA E DETALHE 02

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

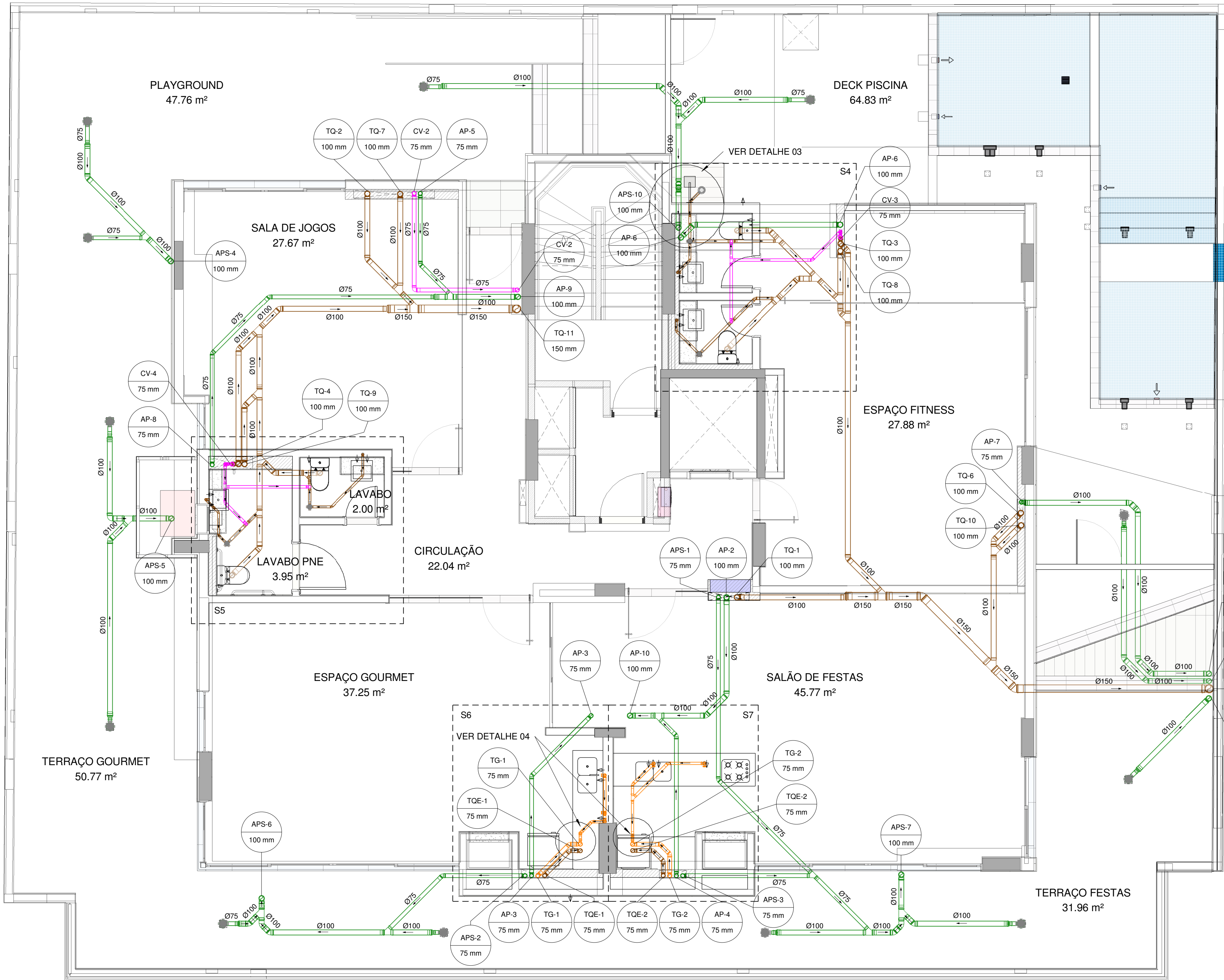
ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/2018

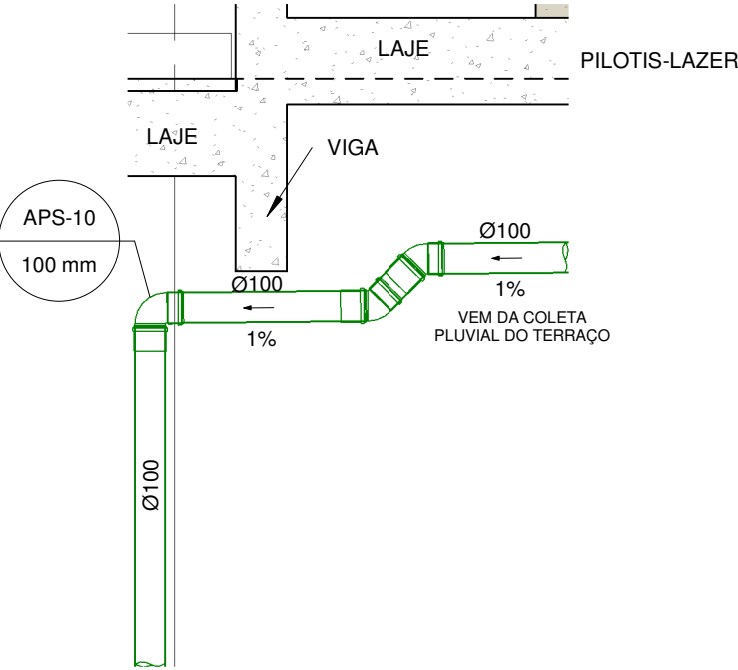
REVISÃO:  
R00

PRANCHAS:  
15, 23

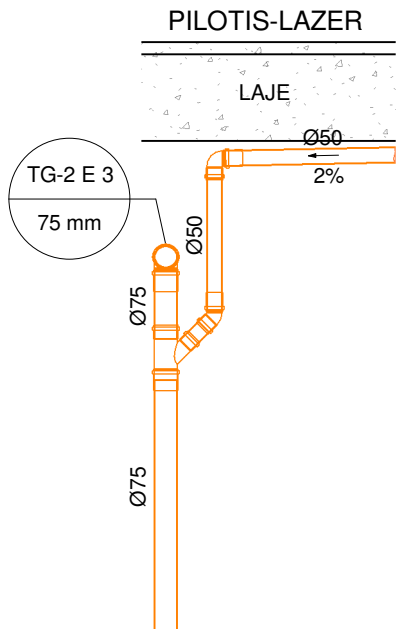




PLANTA BAIXA SANITÁRIA PILOTIS LAZER  
ESCALA 1 : 50



DETALHE 03 - PILOTIS  
ESCALA 1 : 25



DETALHE 04  
ESCALA 1 : 25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

- NOTAS
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;
  - Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;
  - Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;
  - As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;
  - Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;
  - O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;
  - As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;
  - Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;
  - Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.

Altura de captação de esgoto dos aparelhos:

Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;  
Máquina de Lavar Louça - 30 cm;  
Máquina de Lavar Roupas - 30 cm;



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO PILOTIS LAZER  
PLANTA BAIXA SANITÁRIA, DETALHE 03 E 04

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

PRANCHAS:  
16, 23

ESCALA:  
COMO INDICADO

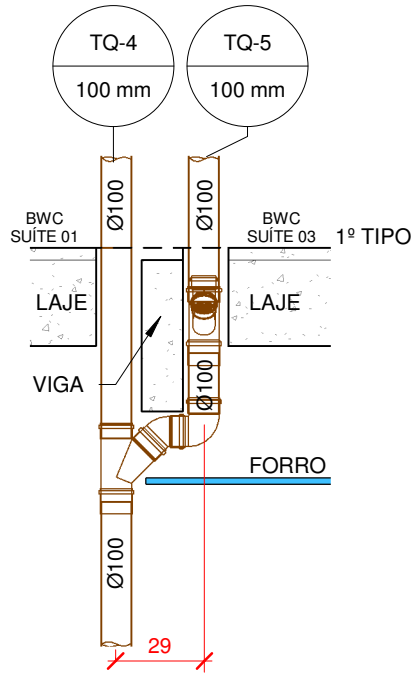
DATA:  
03/06/2018

REVISÃO:  
R00

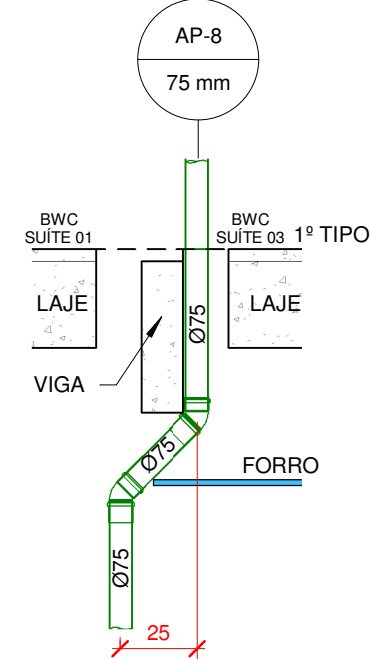


LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

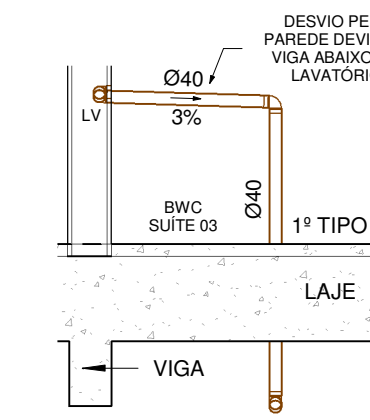
NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de captação de esgoto dos aparelhos:
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;	Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;	Máquina de Lavar Louça - 30 cm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;	Máquina de Lavar Roupas - 30 cm;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;	
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;	
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;	
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;	
- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.	



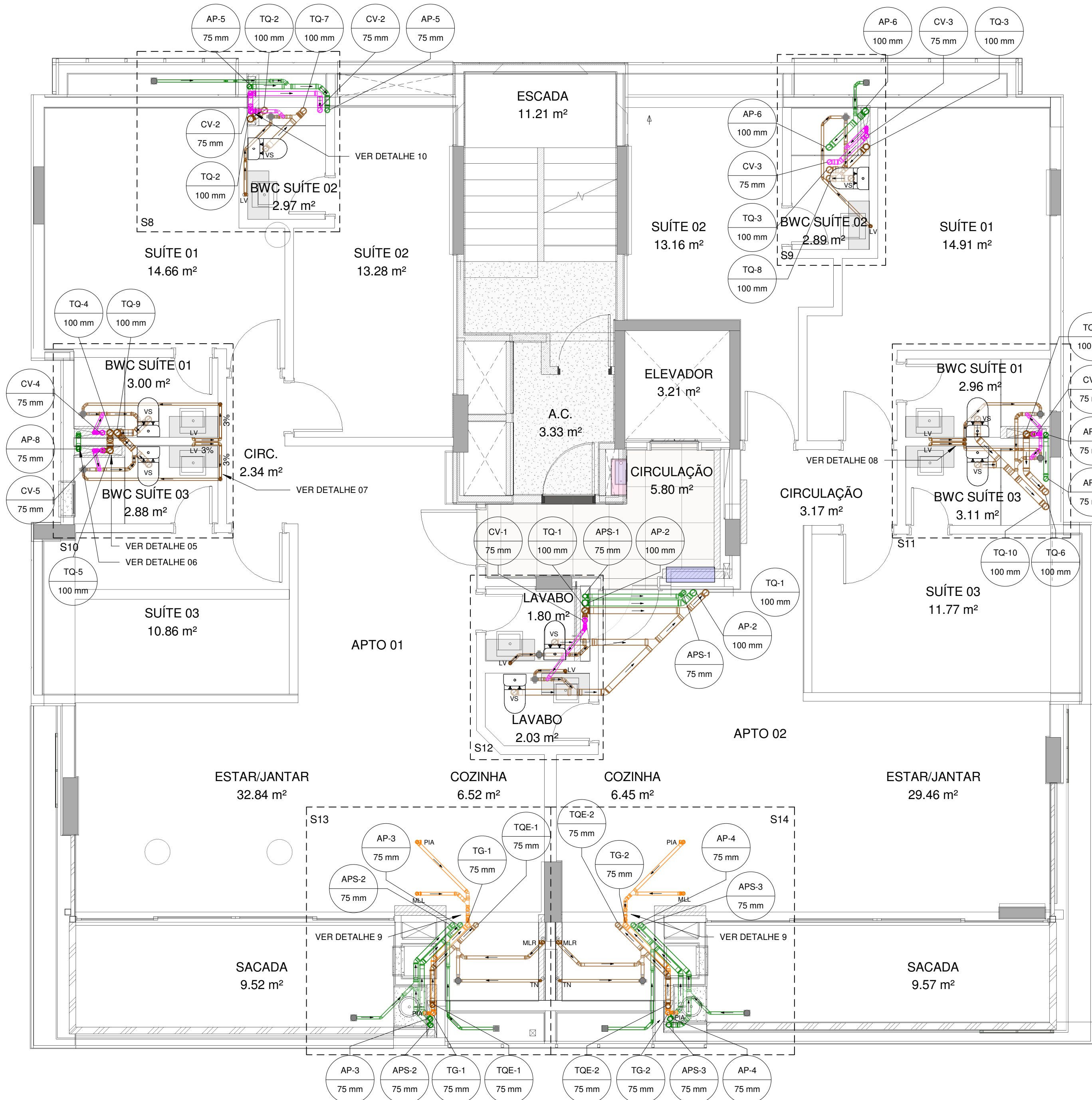
DETALHE 05 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



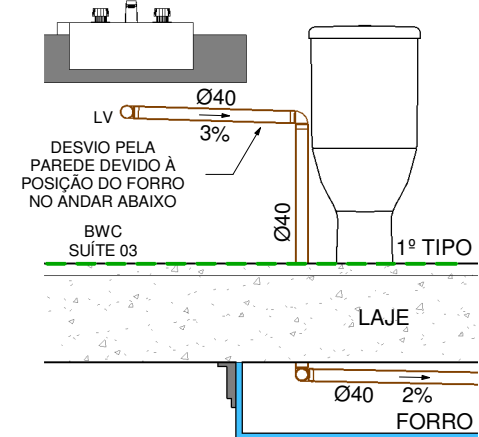
DETALHE 06 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



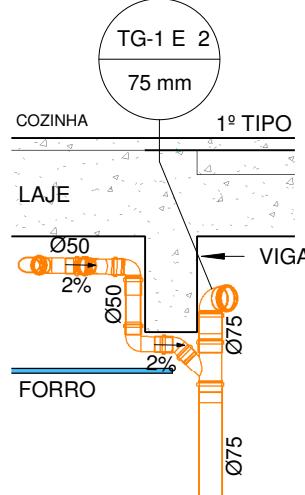
DETALHE 07 - 1º AO 8º TIPO  
ESCALA 1 : 25



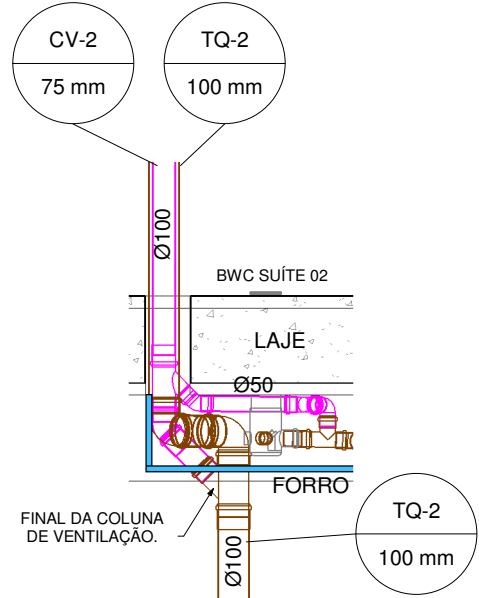
PLANTA BAIXA SANITÁRIA 1º PVTO TIPO  
ESCALA 1 : 50




DETALHE 08 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



DETALHE 09 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



DETALHE 10 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



UNIVERSIDADE FEDERAL  
DE SANTA CATARINA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

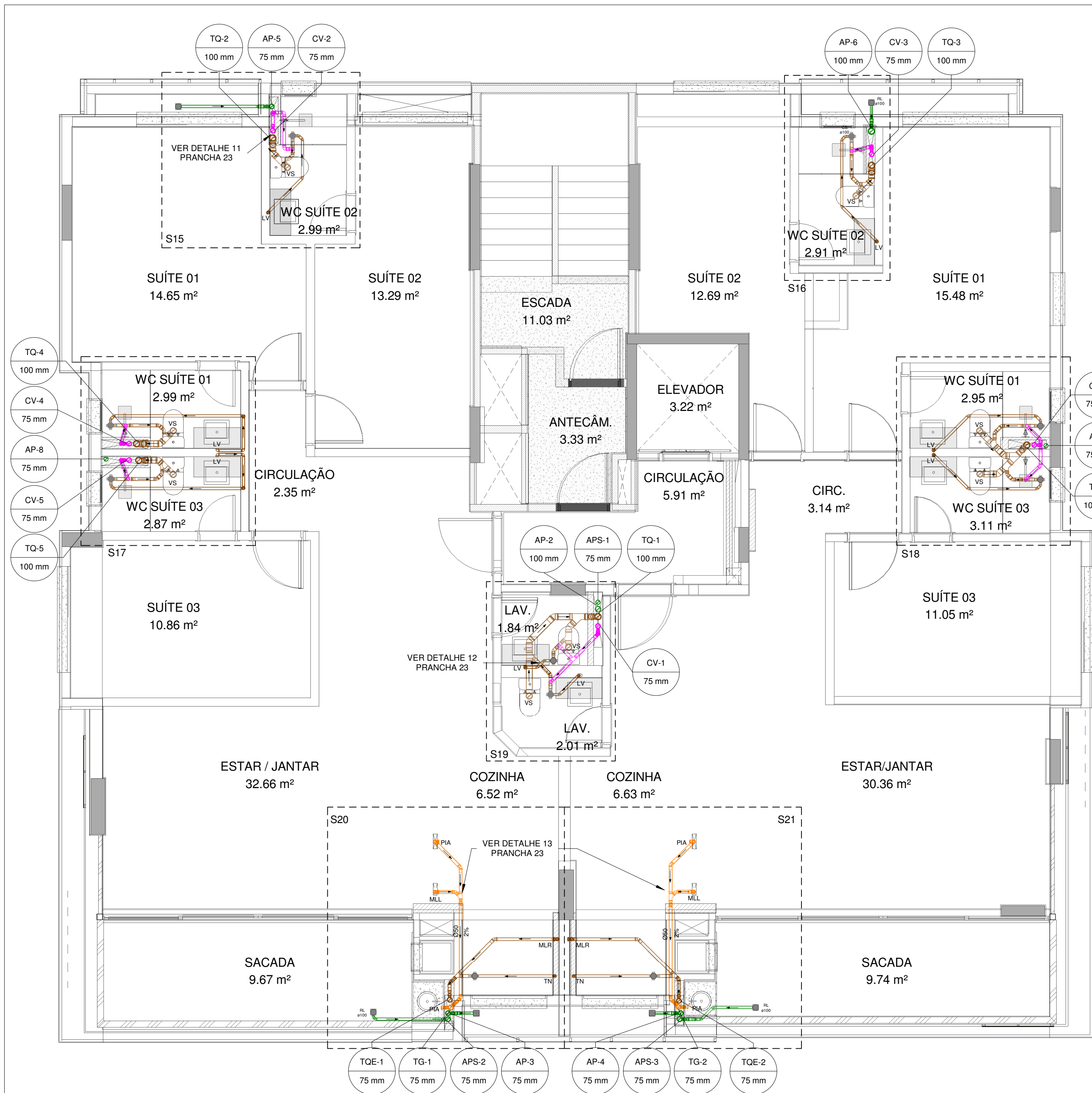
JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

## PROJETO HIDROSSANITÁRIO

1º PAVIMENTO TIPO  
PLANTA BAIXA SANITÁRIA E DETALHES 5, 6, 7, 8, 9 E 10

LOCALIZAÇÃO: RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC	PRANCHAS: 17, 23
ESCALA: Como indicado	DATA: 03/06/2018
	REVISÃO: R00





LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de captação de esgoto dos aparelhos:
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;	Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;	Máquina de Lavar Louça - 30 cm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;	Máquina de Lavar Roupa - 30 cm;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;	
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;	
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;	
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;	
- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.	



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

PAVIMENTO TIPO

PLANTA BAIXA SANITÁRIA

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

PRANCHA:  
18, 23

ESCALA:  
1 : 50

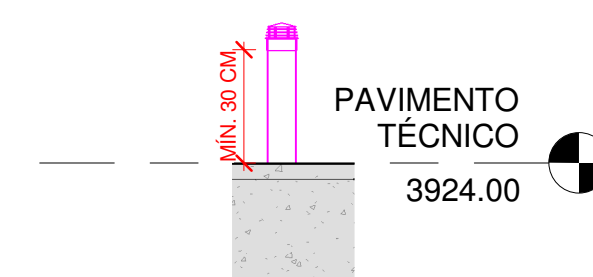
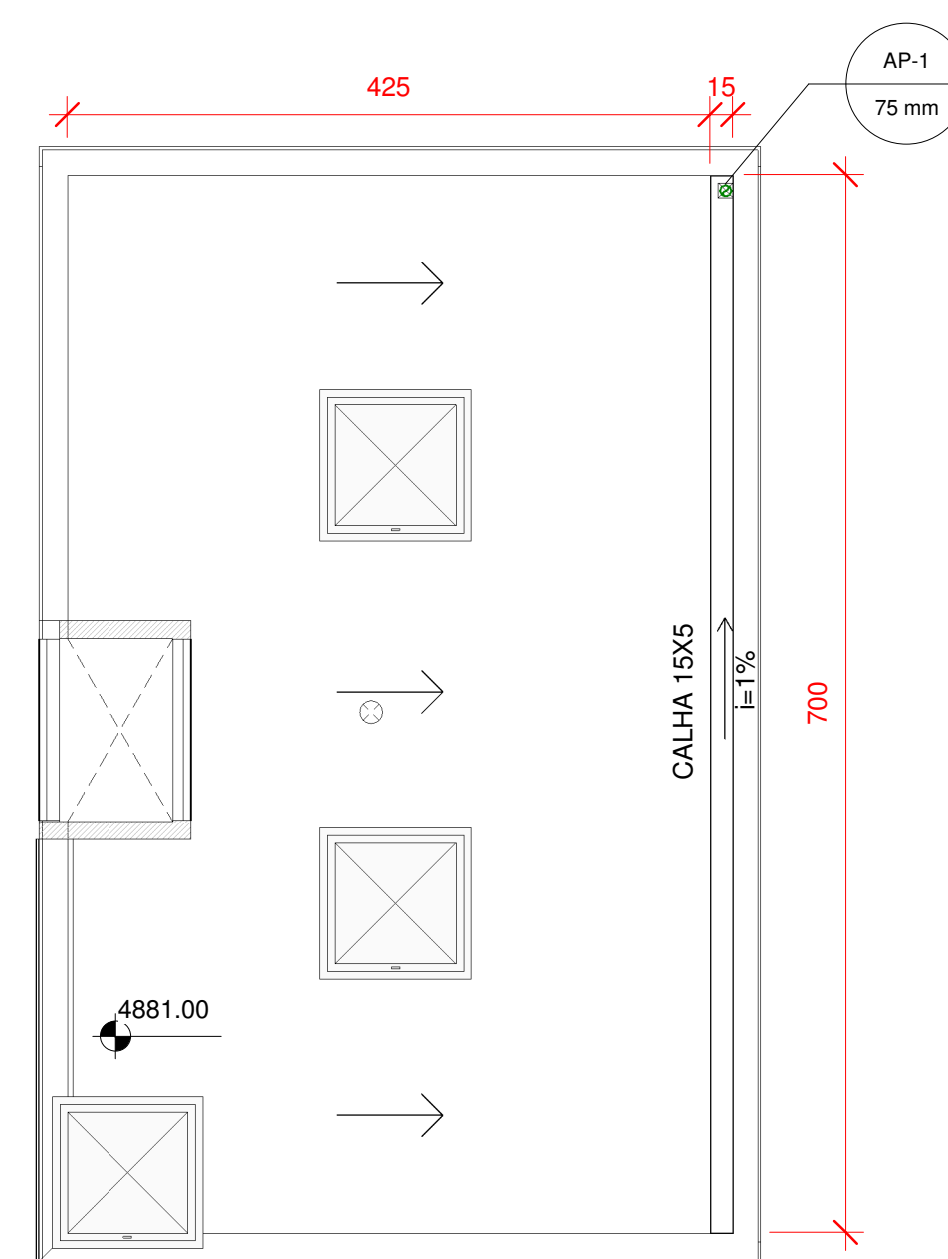
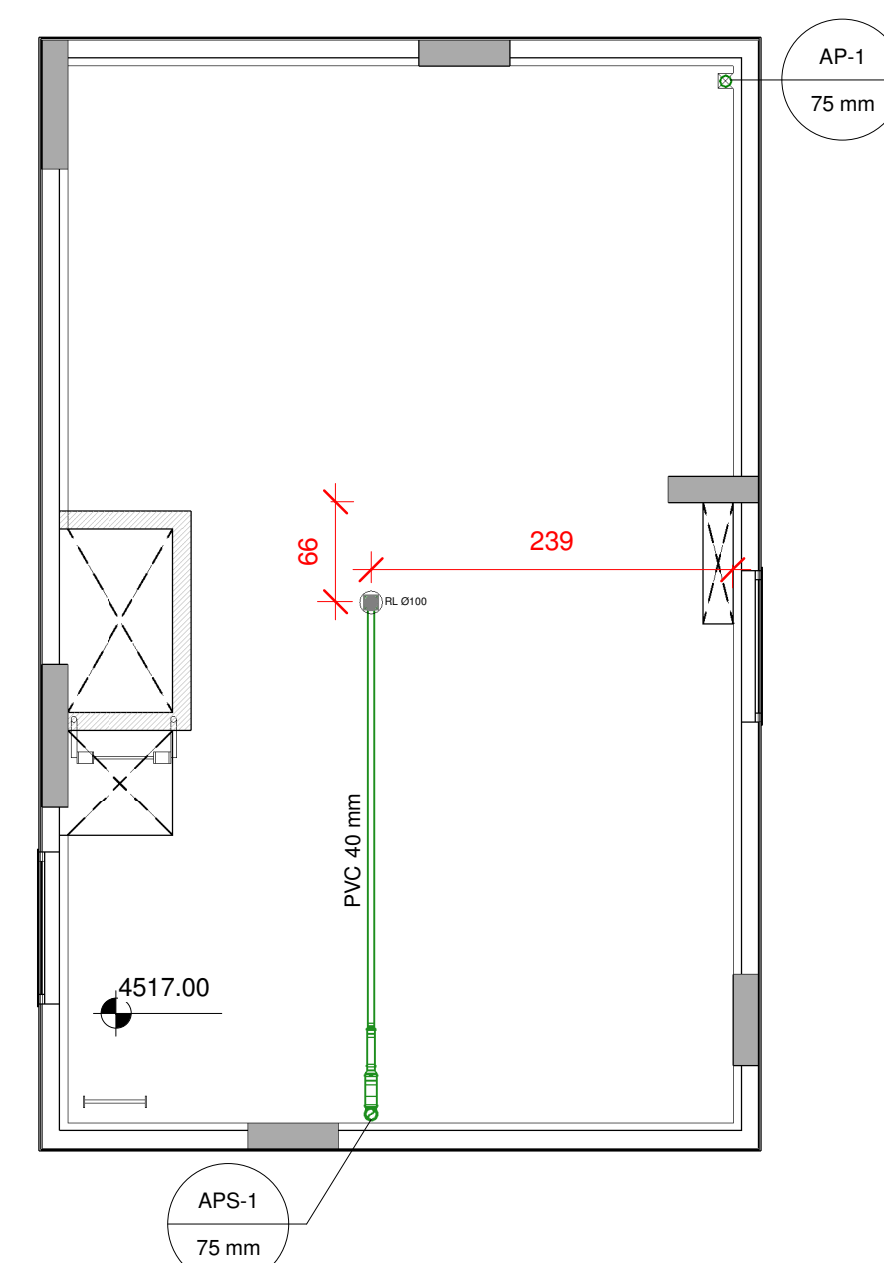
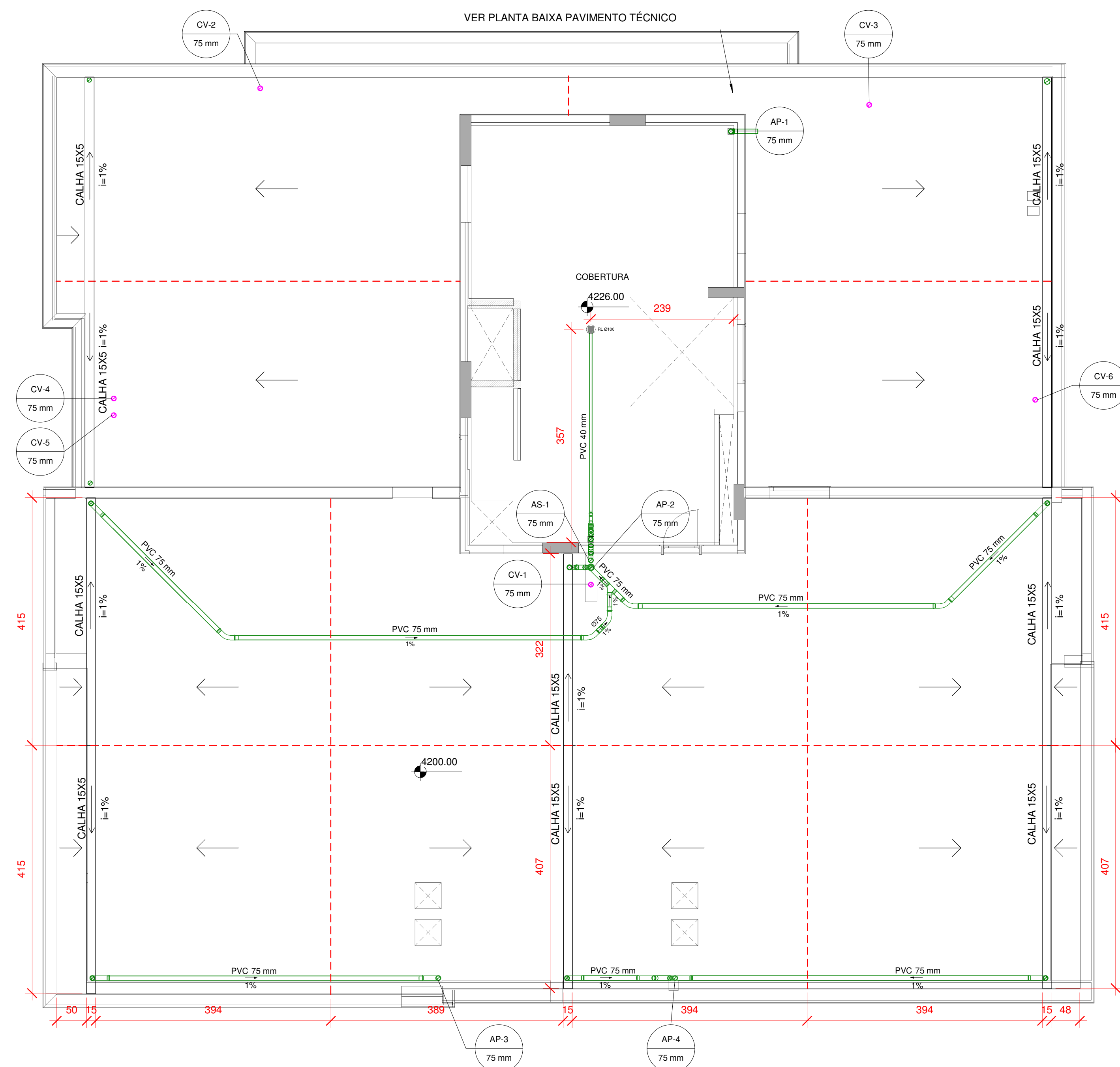
DATA:  
03/06/2018





REVISÃO:  
R00

PLANTA BAIXA SANITÁRIA 2º AO 7º PVTO TIPO

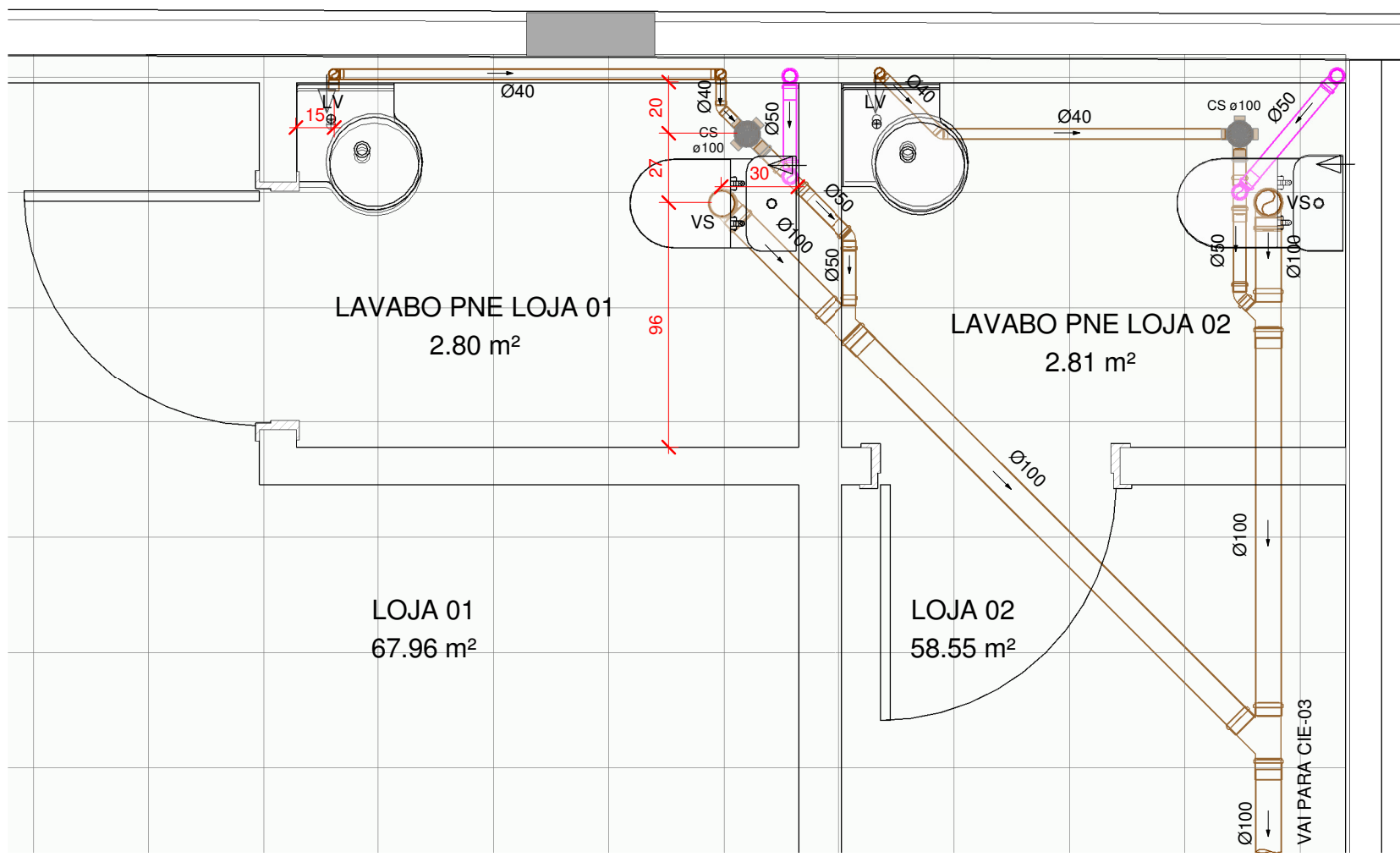
ESCALA 1 : 50



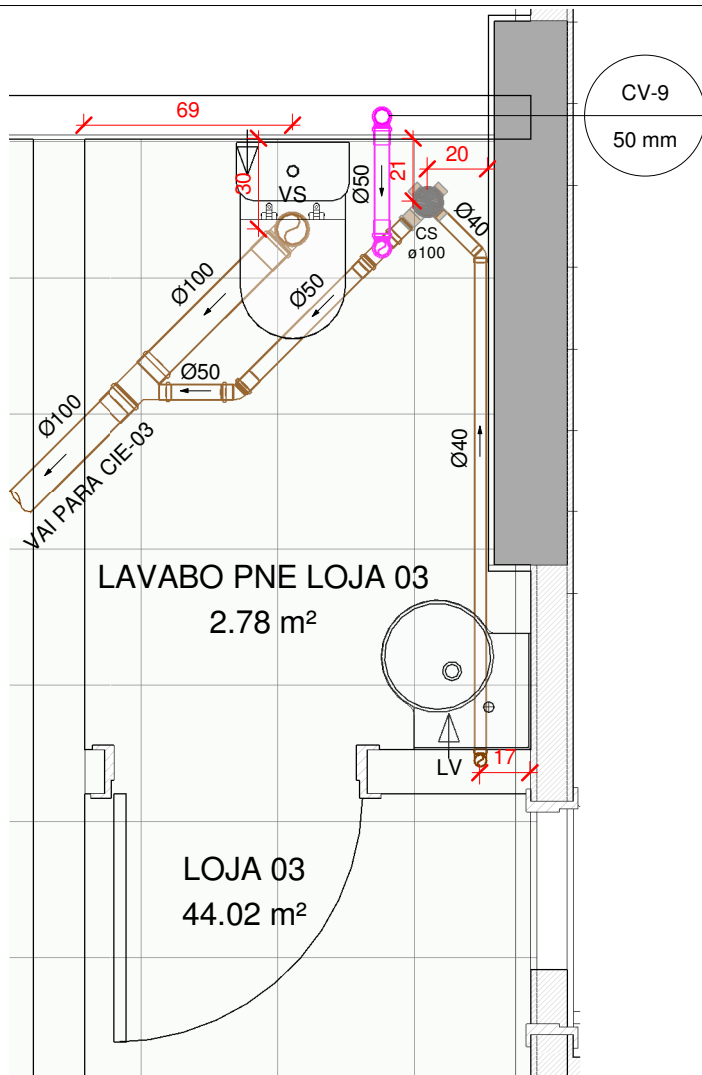


LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TO	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO
NOTAS	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;</li> <li>- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;</li> <li>- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;</li> <li>- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;</li> <li>- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;</li> <li>- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de bordo do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;</li> <li>- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;</li> <li>- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;</li> <li>- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.</li> </ul>	<p><u>Altura de captação de esgoto dos aparelhos:</u></p> <p>Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;  Máquina de Lavar Louça - 30 cm;  Máquina de Lavar Roupas - 30 cm;</p>

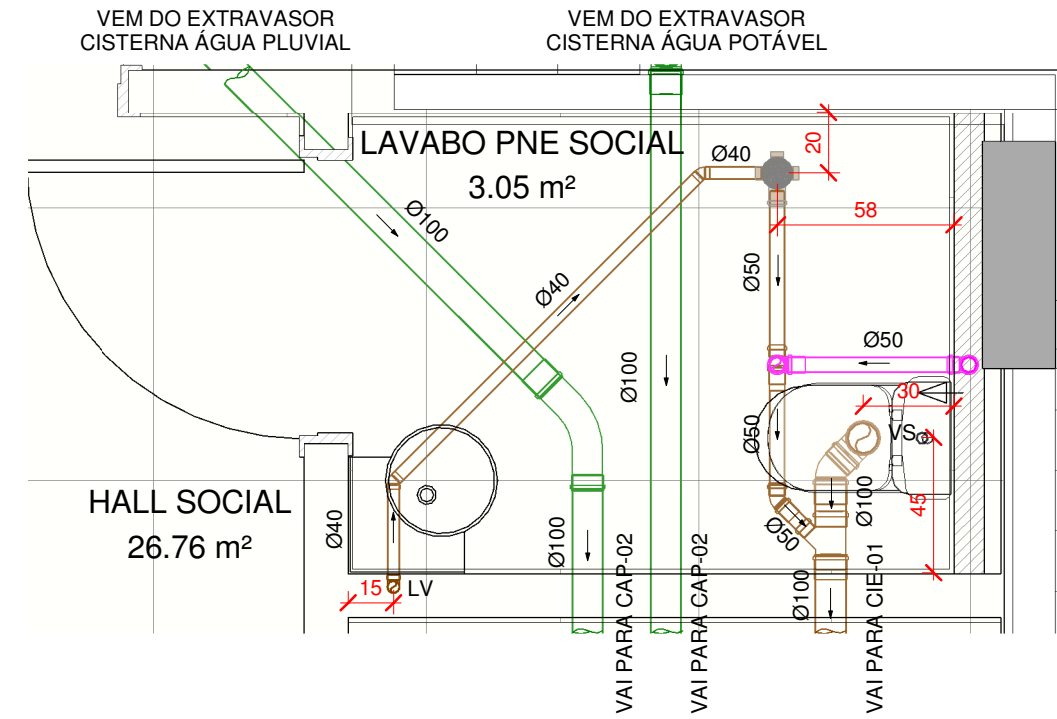




S1 -DETALHE LAVABOS LOJAS 01 E 02 TÉRREO  
ESCALA 1 : 25



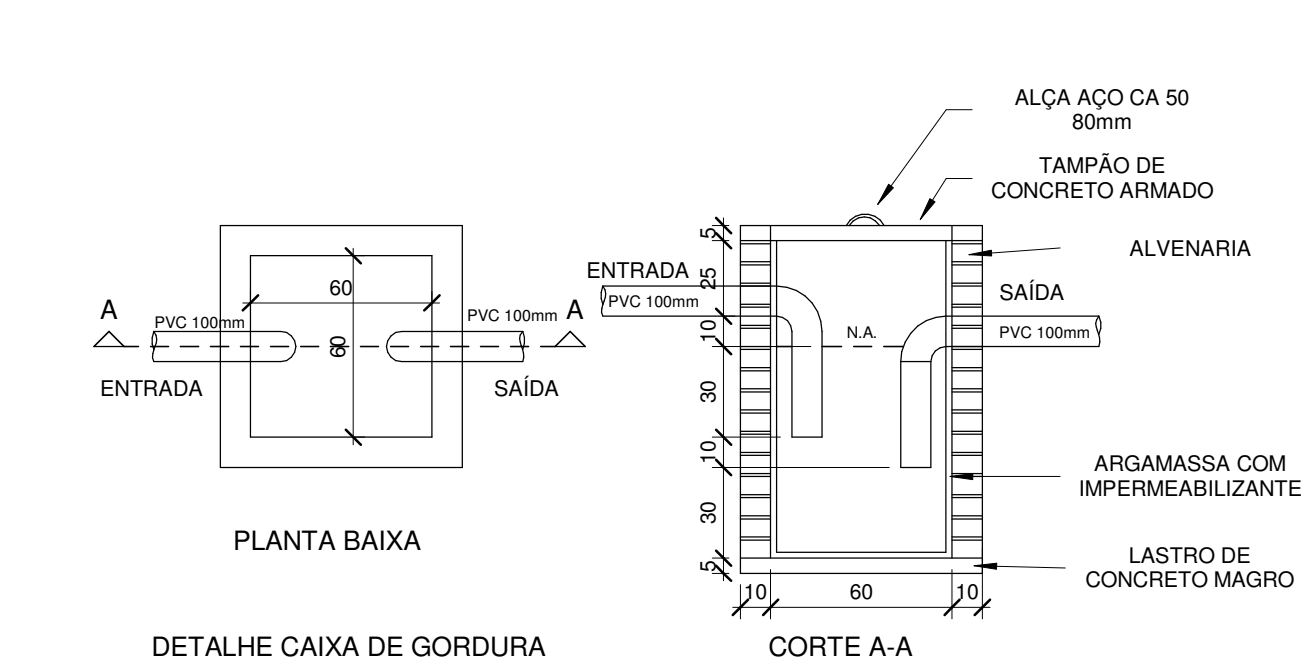
S2 - DETALHE LOJA 03 TÉRREO  
ESCALA 1 : 25



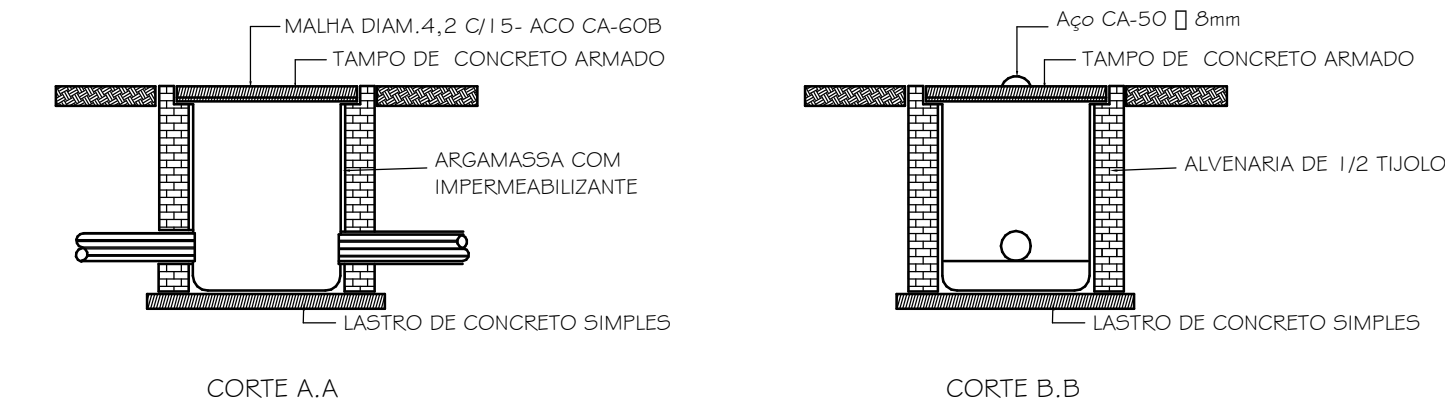
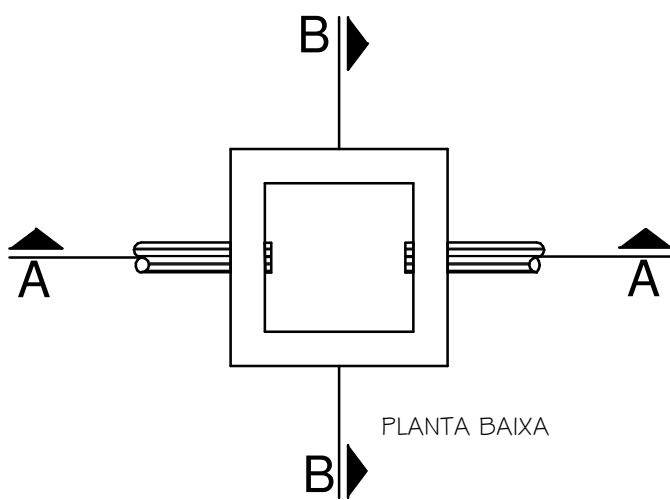
S3 - DETALHE LAVABO SOCIAL TÉRREO  
ESCALA 1 : 25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TOE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

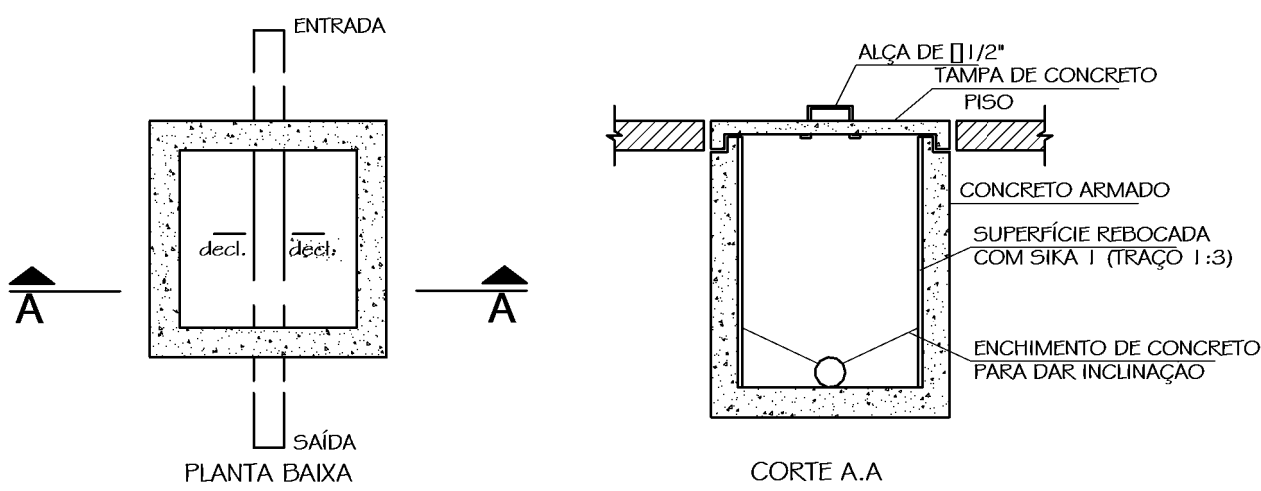
NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de captação de esgoto dos aparelhos:
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;	Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;	Máquina de Lavar Louça - 30 cm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;	Máquina de Lavar Roupas - 30 cm;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;	
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;	
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;	
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;	
- Revestir com lâ de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.	



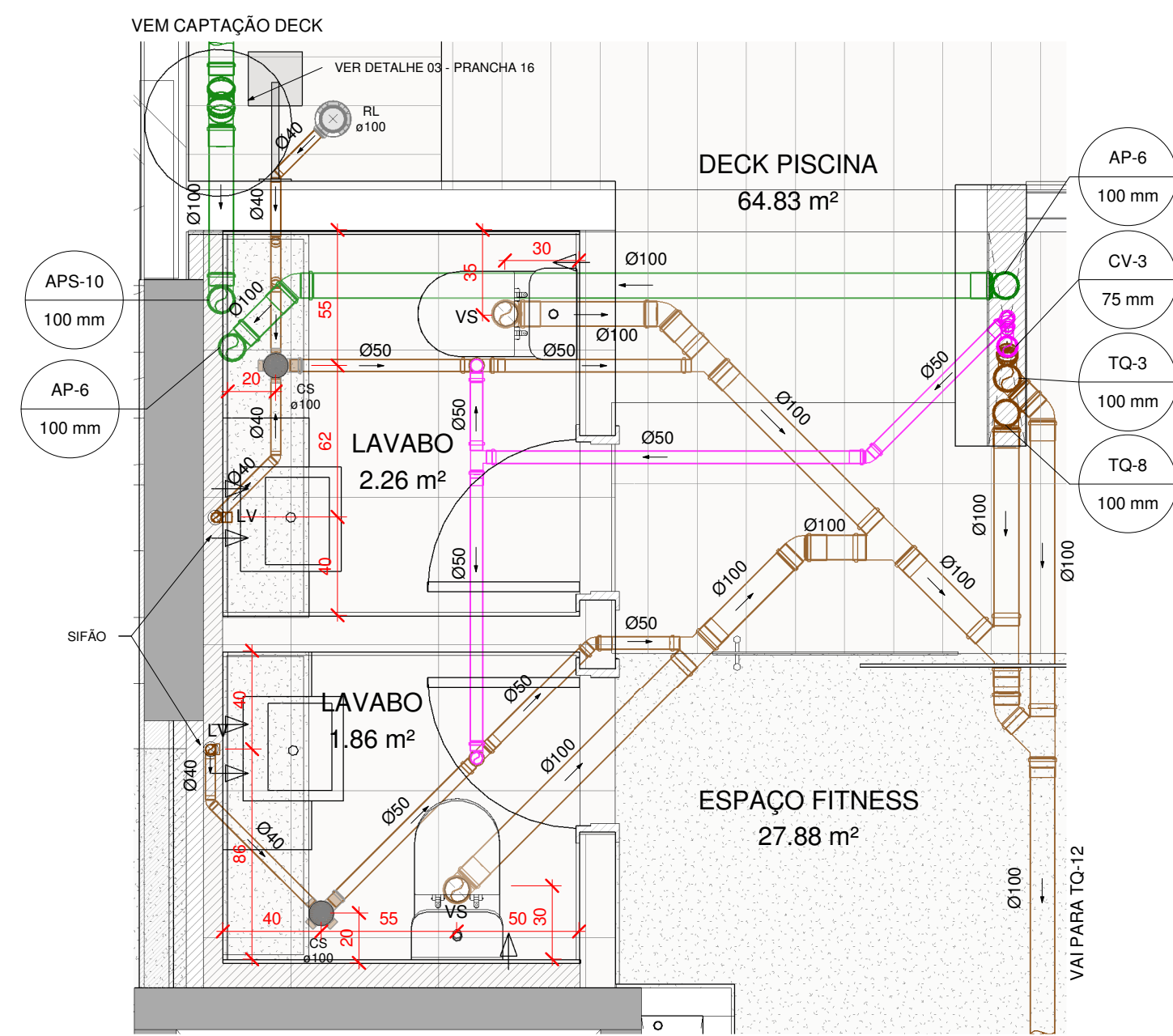
DETALHE CAIXA DE GORDURA  
ESCALA 1 : 25



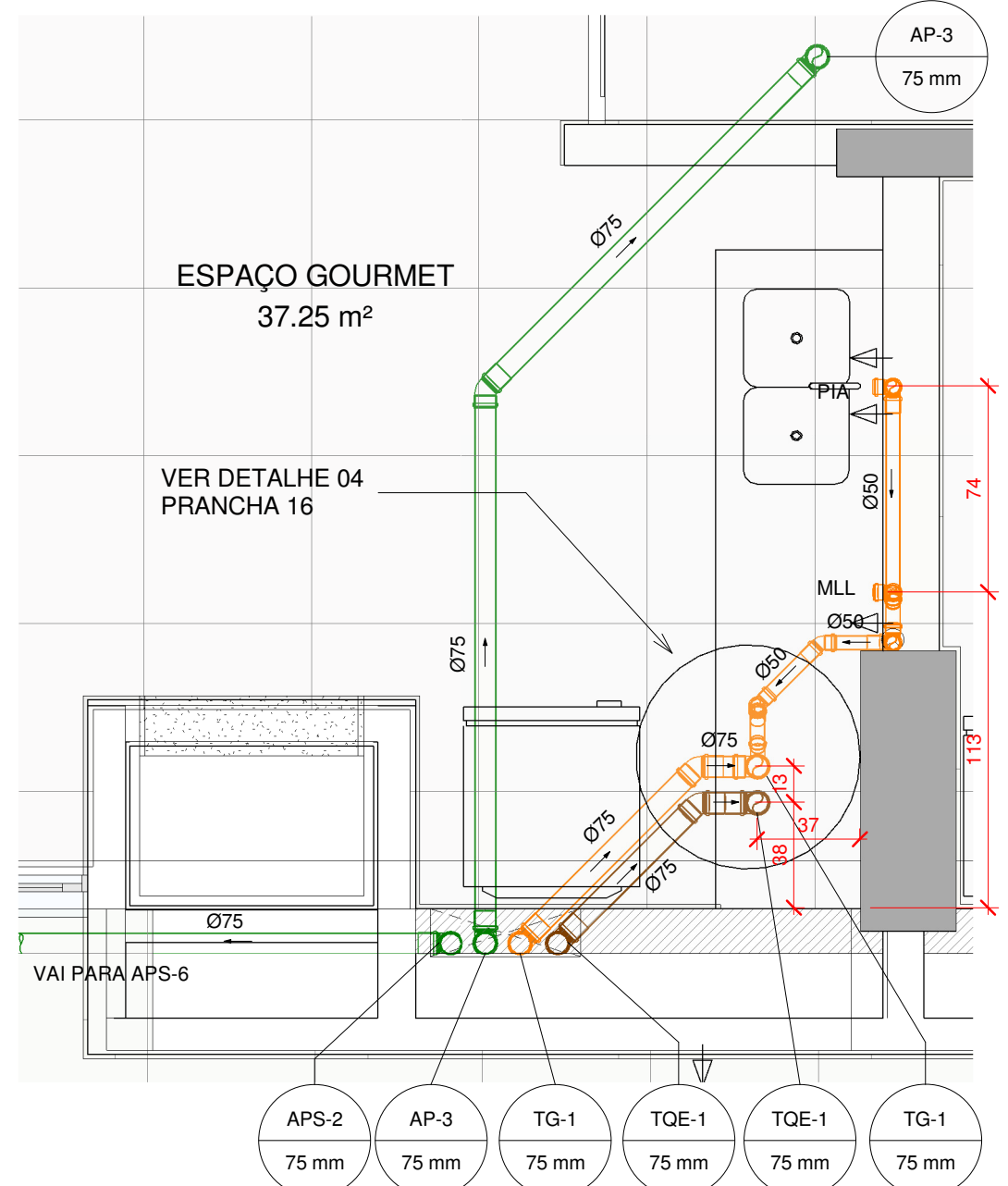
DETALHE CAIXA PLUVIAL  
ESCALA 1 : 25



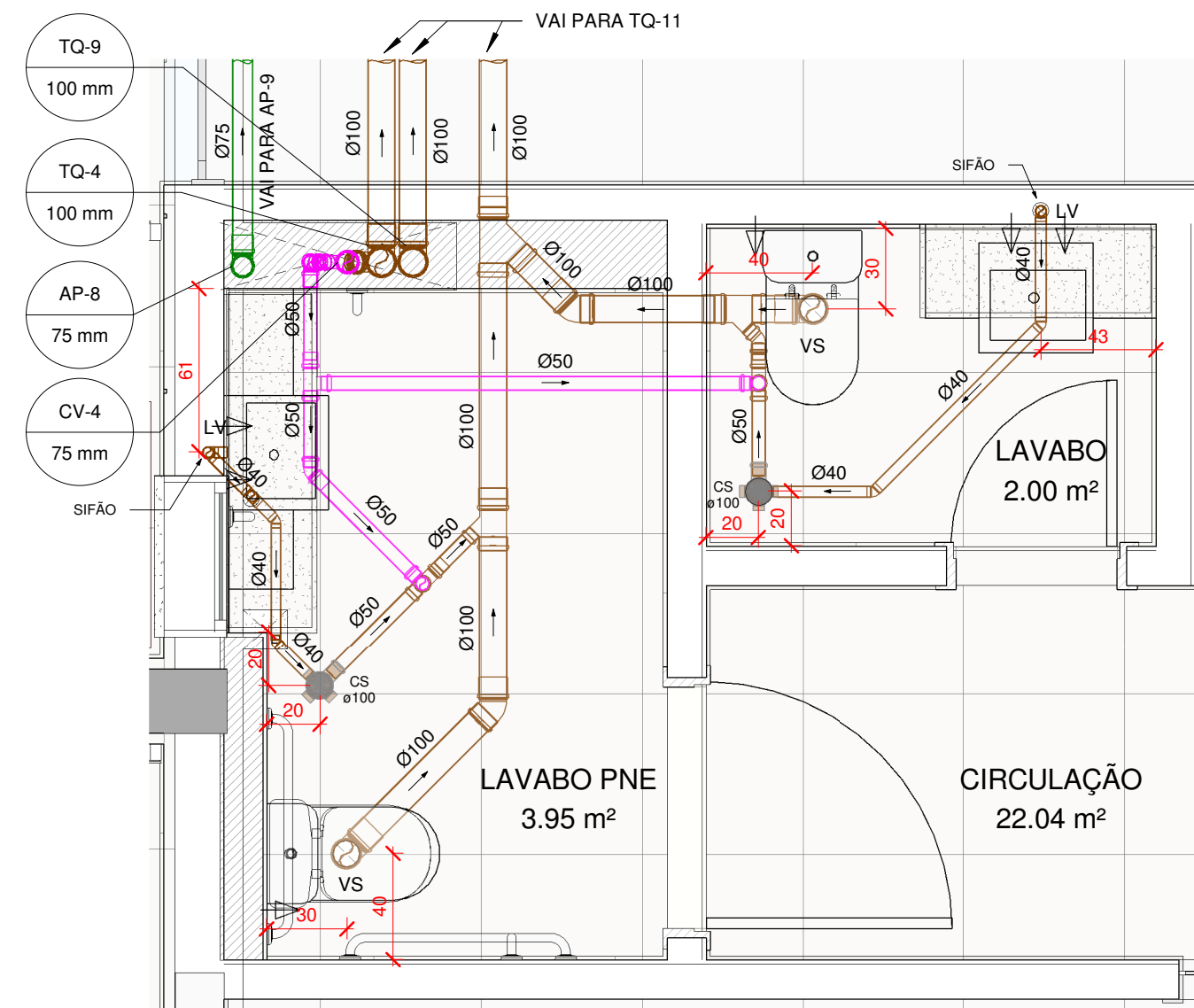
DETALHE CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO  
ESCALA 1 : 25



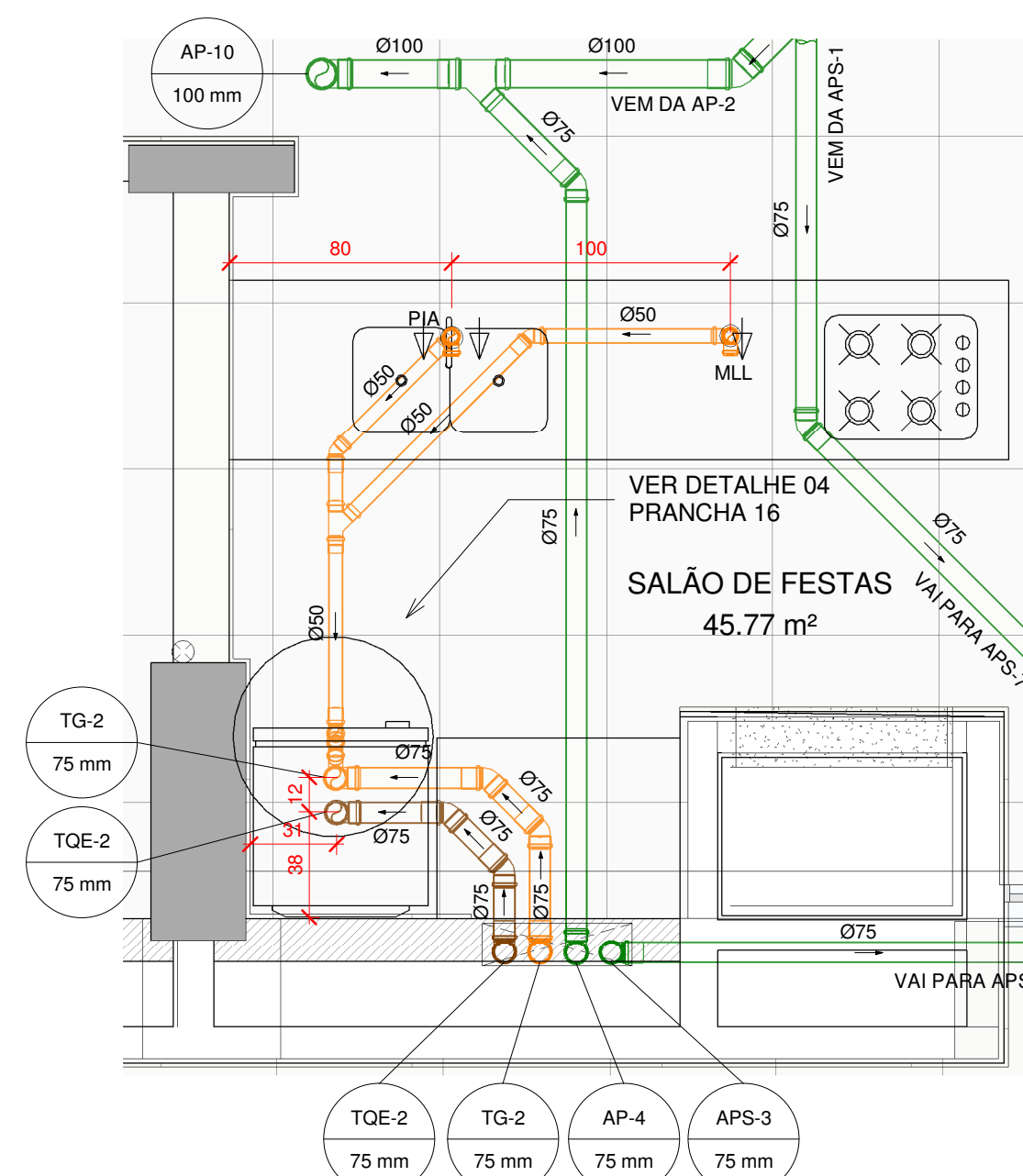
S4 - DETALHE LAVABOS ESPAÇO FITNESS E PISCINA PILOTIS  
ESCALA 1 : 25



S6 - DETALHE ESPAÇO GOURMET PILOTIS  
ESCALA 1 : 25



S5 - DETALHE LAVABOS CIRCULAÇÃO PILOTIS  
ESCALA 1 : 25



S7 - DETALHE SALÃO DE FESTAS PILOTIS  
ESCALA 1 : 25

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

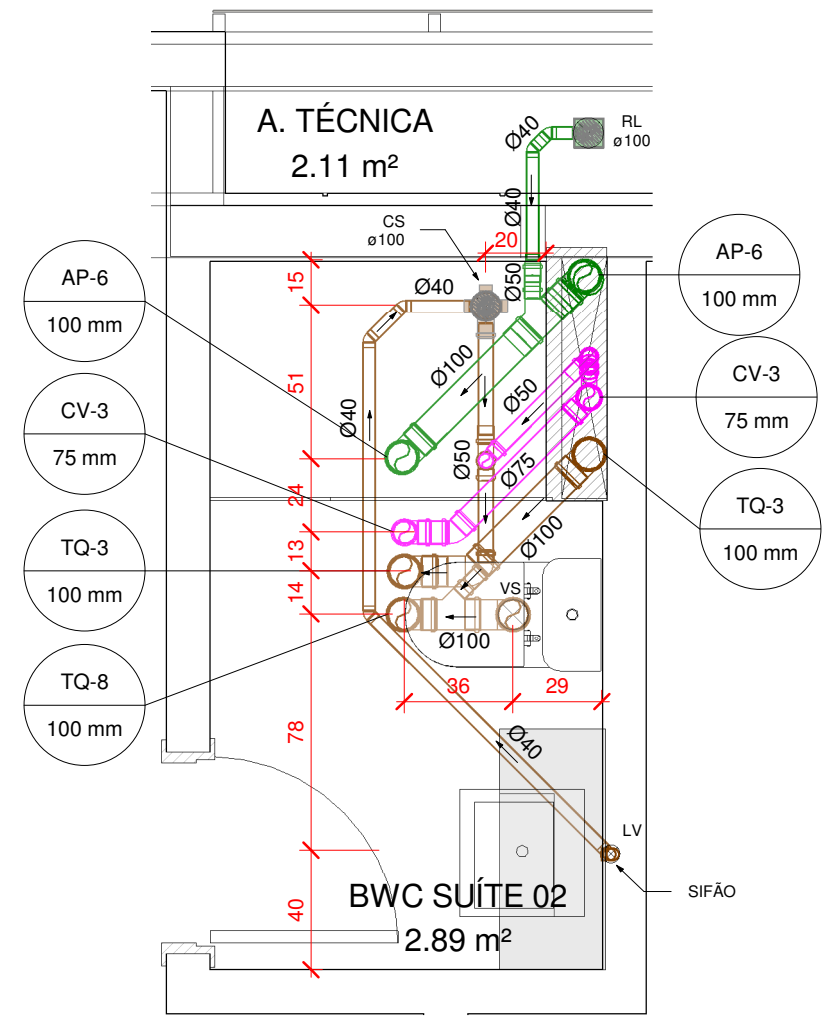
JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

## PROJETO HIDROSSANITÁRIO

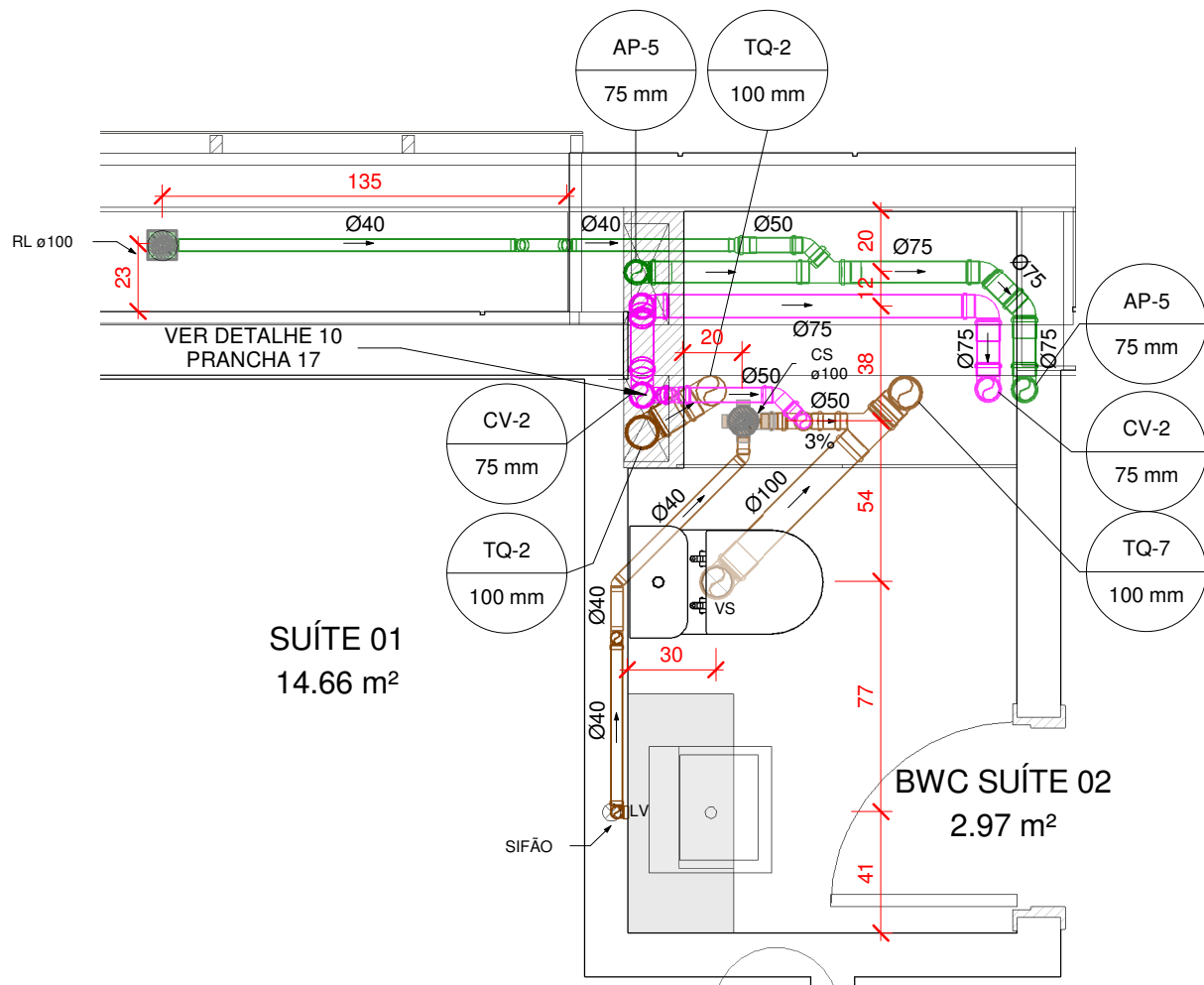
DETALHES SANITÁRIOS S1, S2, S3, S4, S5, S6 E S7  
DETALHES CAIXAS DE INSPEÇÃO PLUVIAL, DE ESGOTO E DE GORDURA

LOCALIZAÇÃO: RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC	PRANCHA:
ESCALA: Como indicado	REVISÃO: R00
DATA: 03/06/2018	21, 23

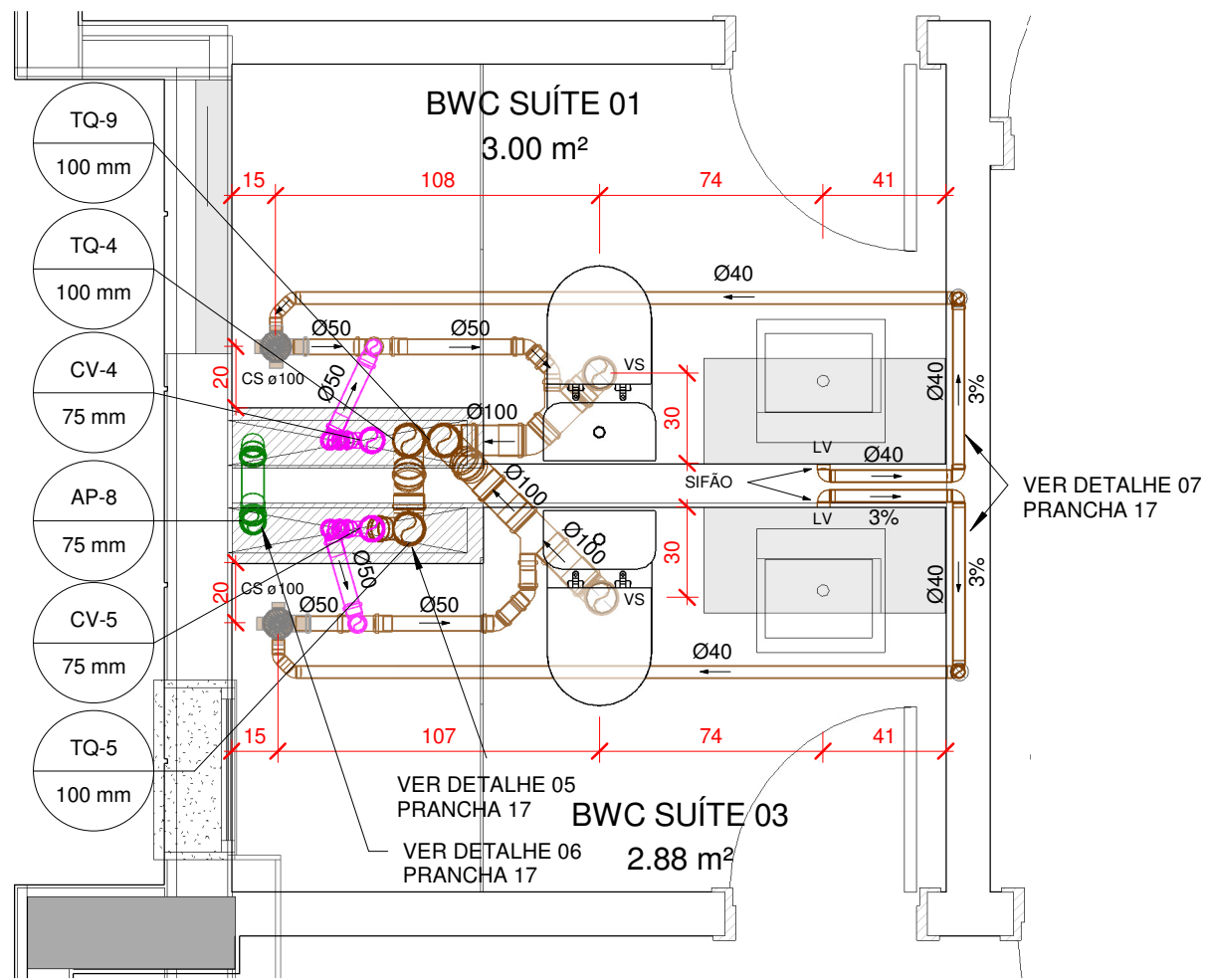




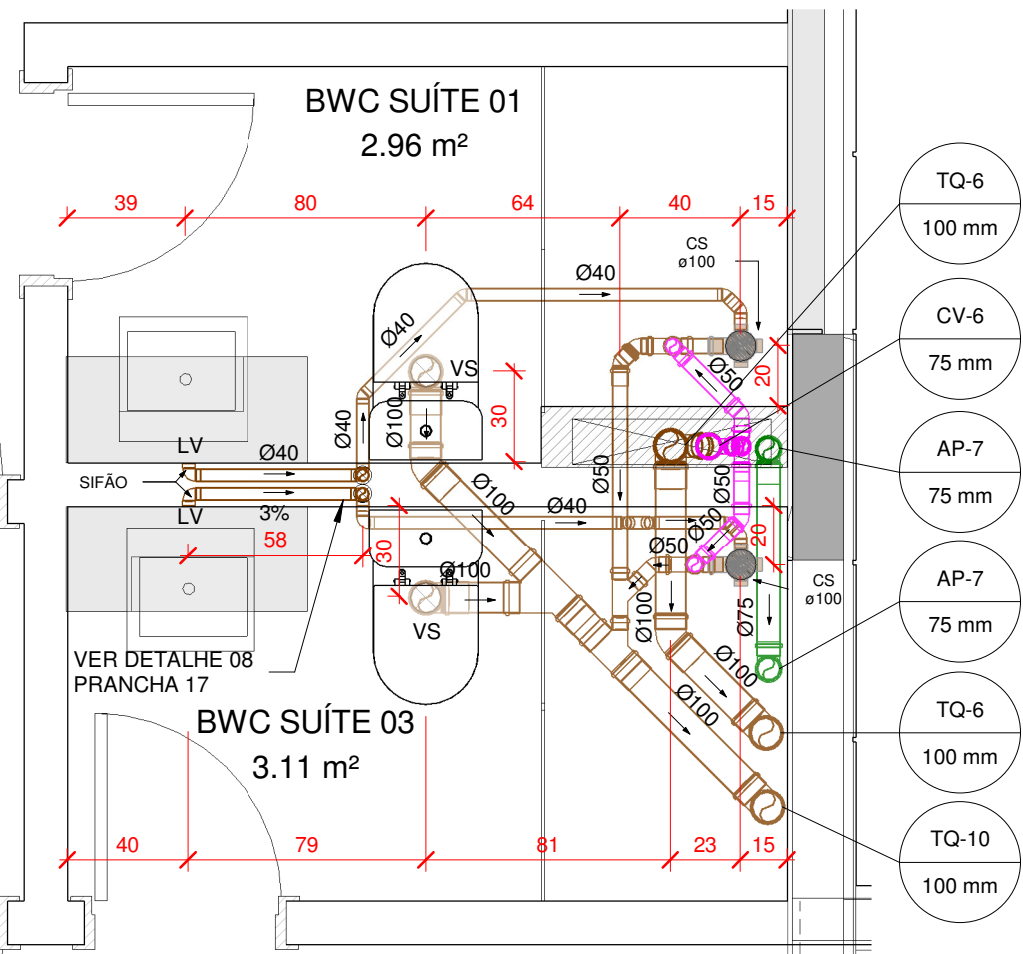
S8 - DETALHE BWC SUÍTE 02 - APTO 02 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



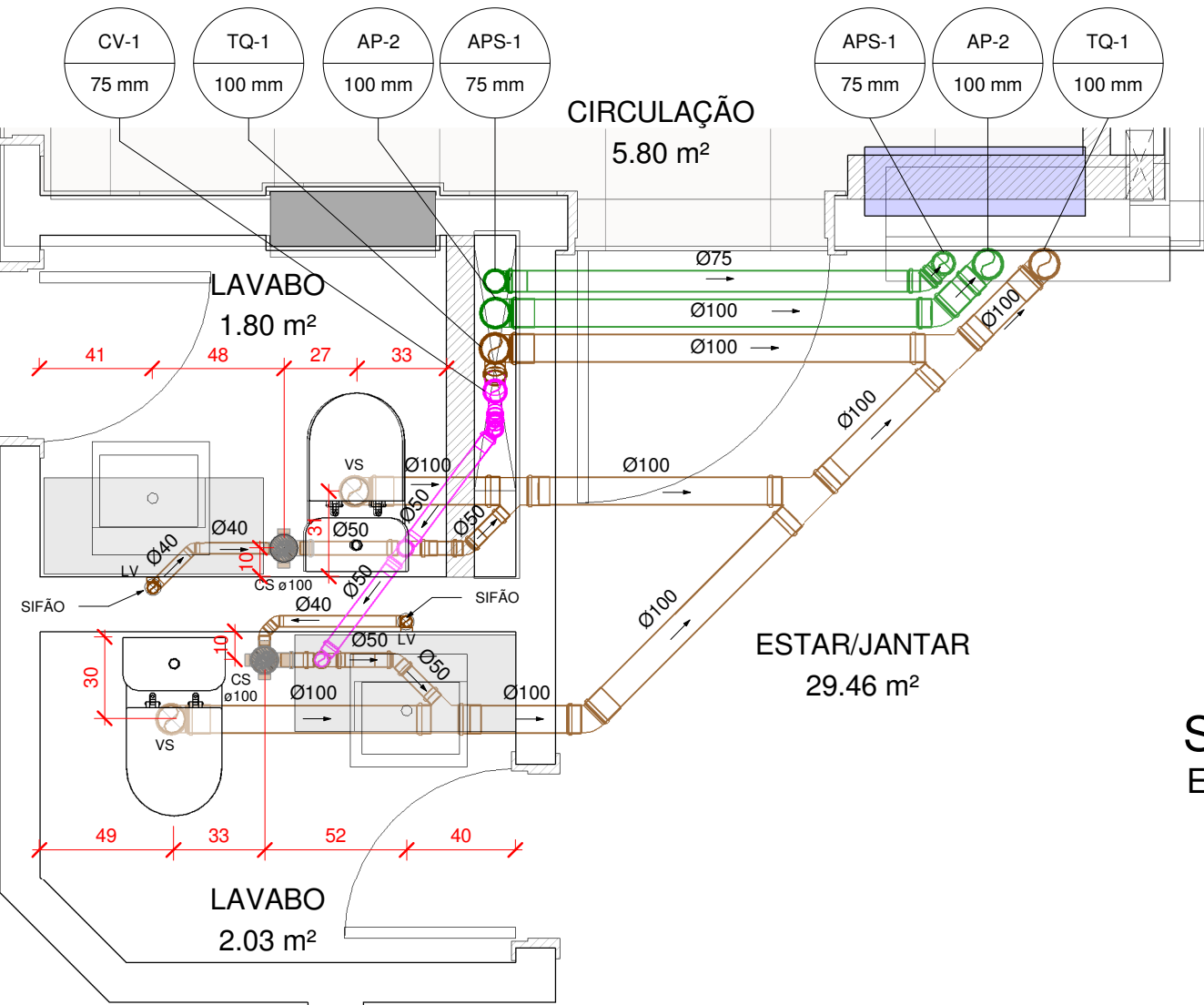
S9 - DETALHE BWC SUÍTE 02 - APTO 01 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



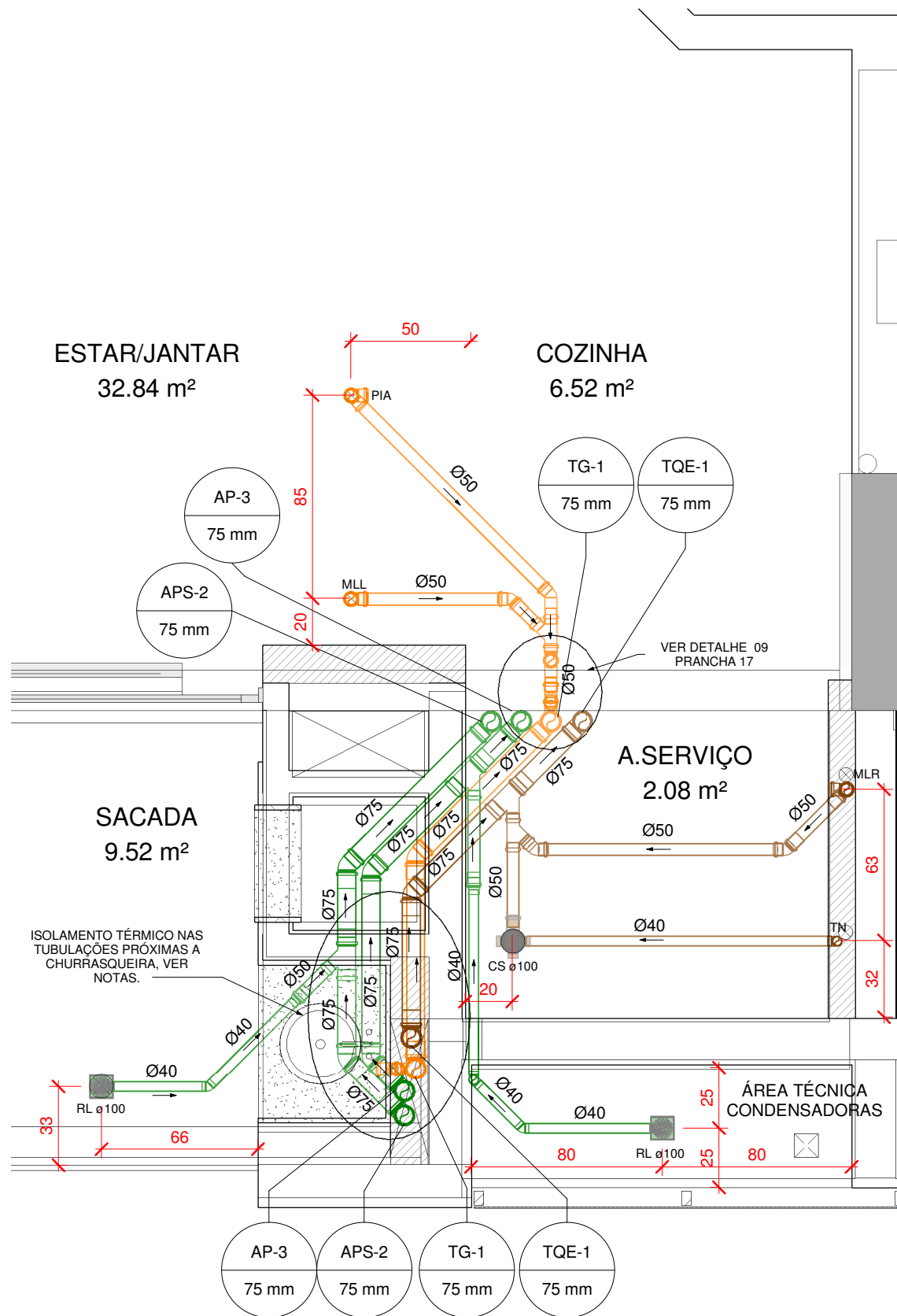
S10 - DETALHE BWC SUÍTE 01 E 03 - APTO 01 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



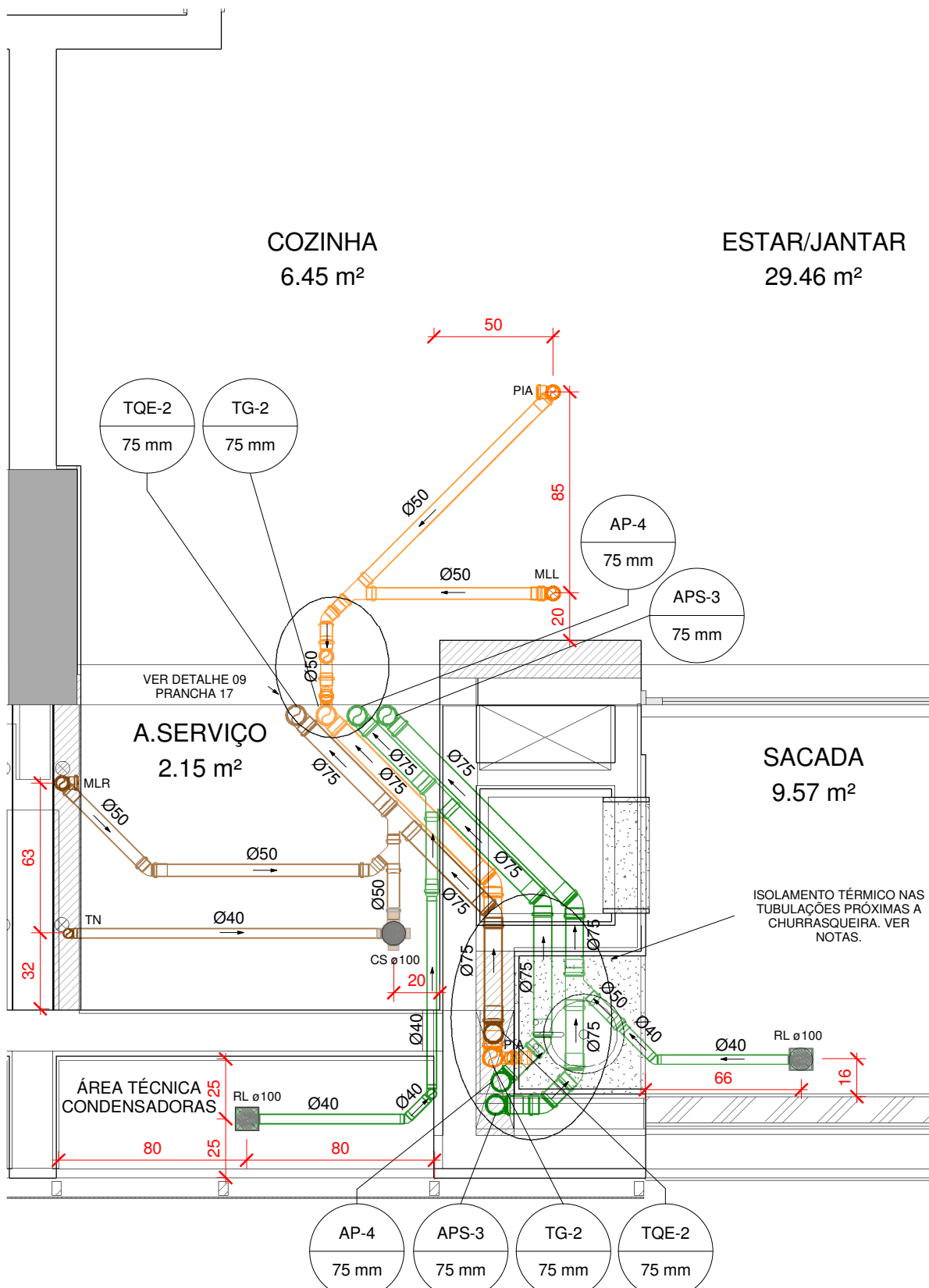
S11 - DETALHE BWC SUÍTE 01 E 03 - APTO 02 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



S12 - DETALHE LAVABO APTO 01 E 02 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



S13 - DETALHE COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO APTO 01 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25



S14 - DETALHE COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO APTO 02 - 1º TIPO  
ESCALA 1 : 25

## LEGENDA

	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

## NOTAS

- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;
- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.

Altura de captação de esgoto dos aparelhos:

Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;  
Máquina de Lavar Louça - 30 cm;  
Máquina de Lavar Roupa - 30 cm;



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROJETISTA:

JULIA TERESA BRUCH  
MATRÍCULA 13100530

# PROJETO HIDROSSANITÁRIO

1º PAVIMENTO TIPO

DETALHES SANITÁRIOS S8, S9, S10, S11, S12, S13 E S14

LOCALIZAÇÃO:  
RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC

PRANCHA:

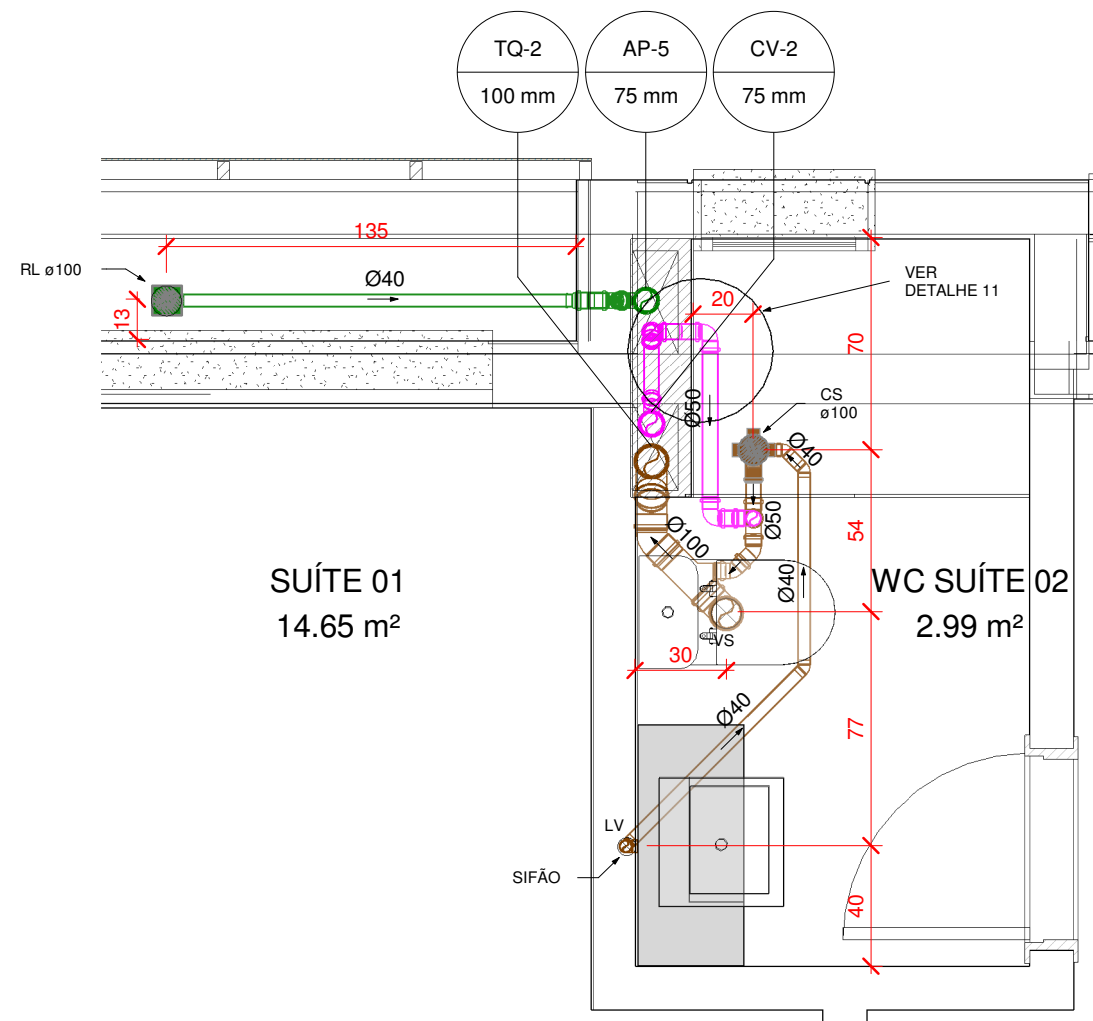
ESCALA:  
Como indicado

DATA:  
03/06/2018

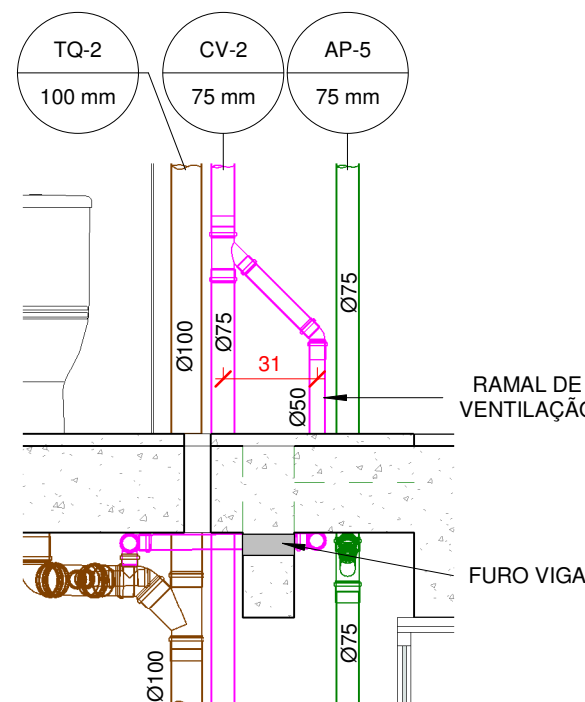
REVISÃO:  
R00

22, 23

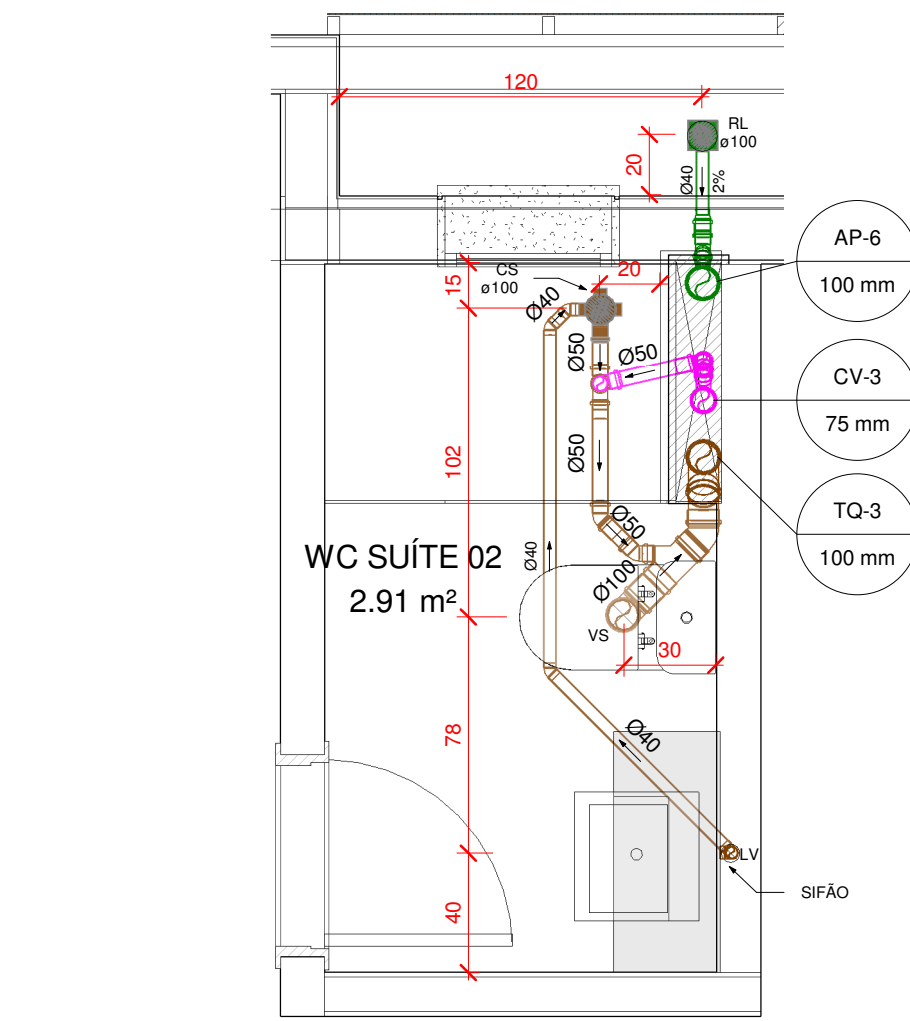




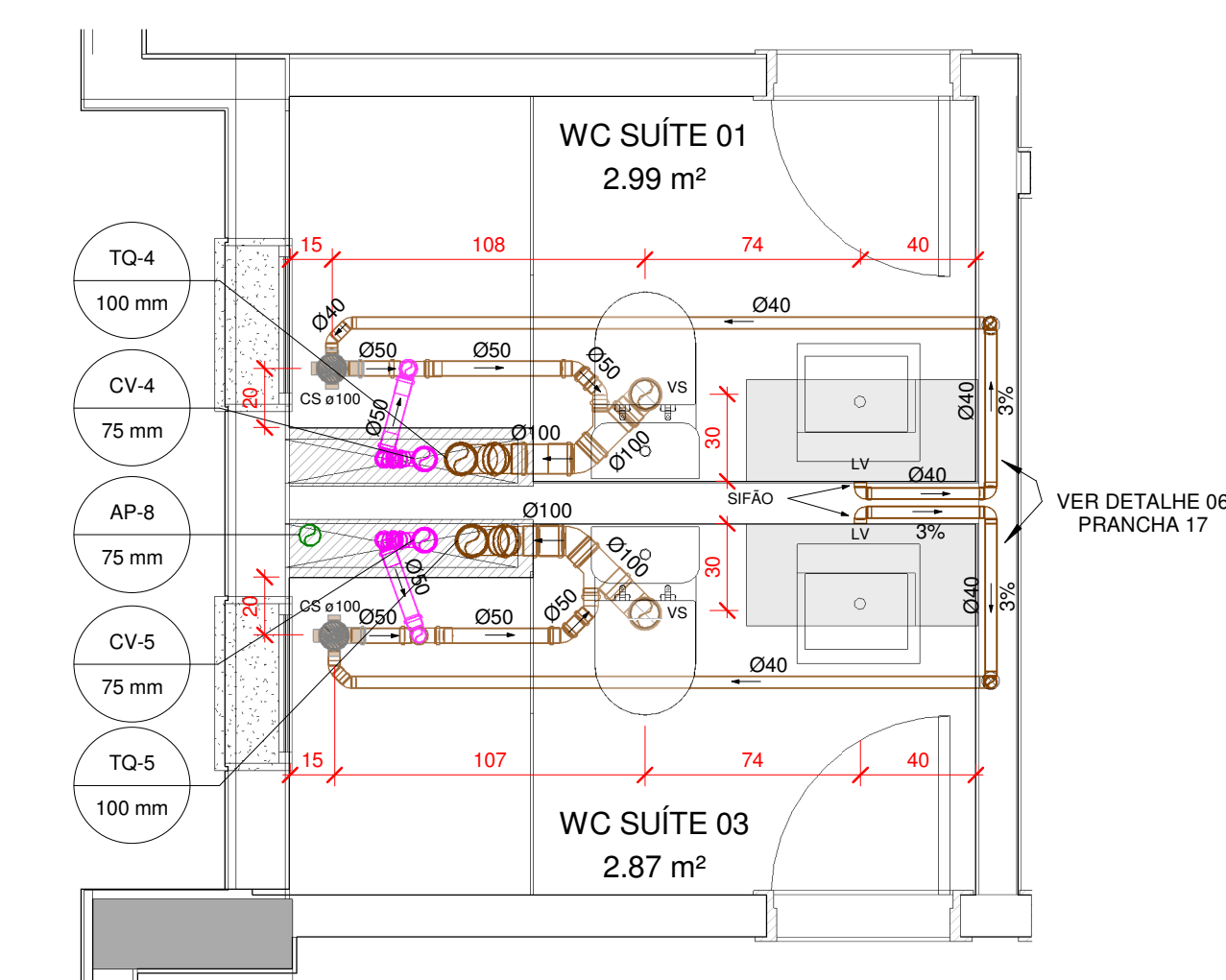
S15 - DETALHE BWC SUÍTE 02 - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1 : 25



DETALHE 11 - TIPO  
ESCALA 1 : 25



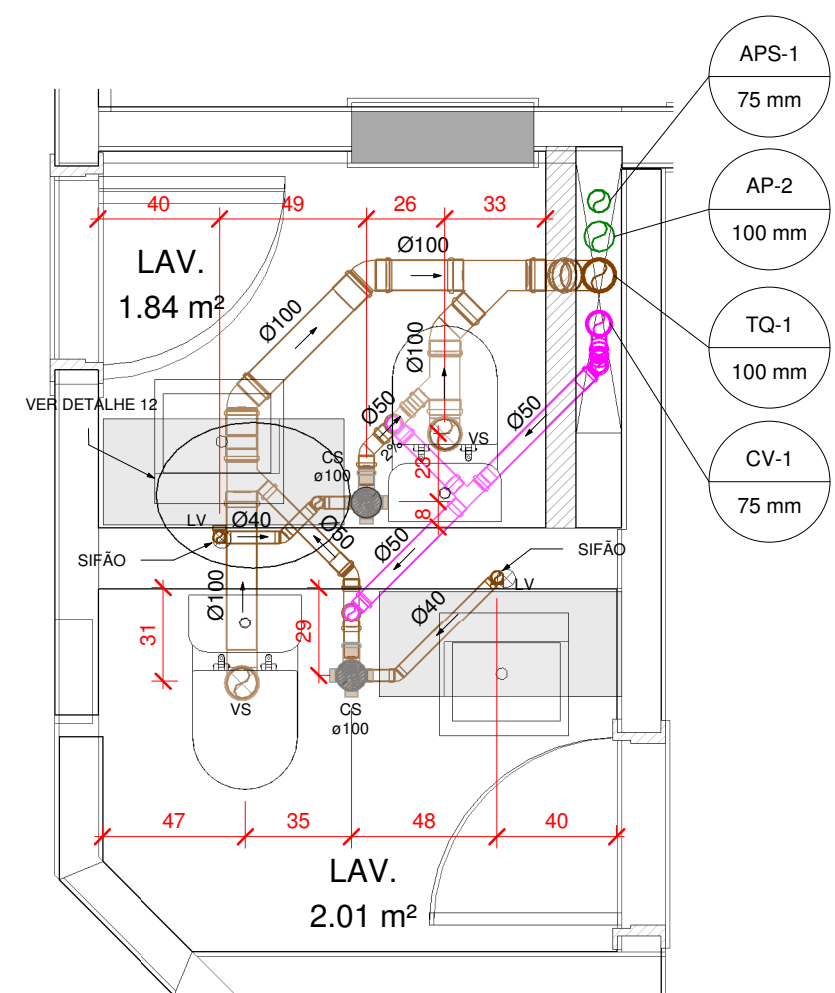
S16 - DETALHE BWC SUÍTE 02 - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1 : 25



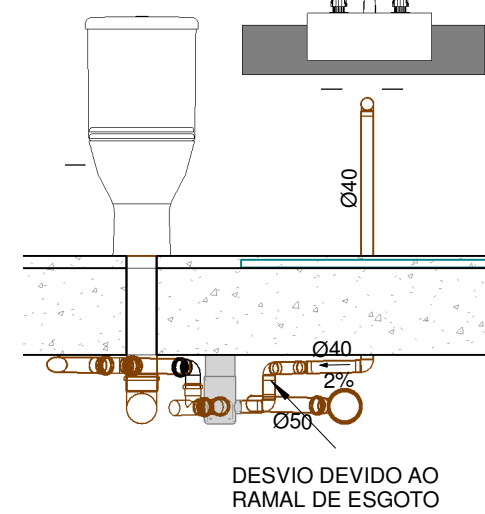
S17 - DETALHE BWC SUÍTE 01 E 02 - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1 : 25

LEGENDA	
	TUBULAÇÃO PVC ESGOTO
	TUBULAÇÃO PVC GORDURA
	TUBULAÇÃO PVC VENTILAÇÃO
	TUBULAÇÃO PVC ÁGUA PLUVIAL
AP	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL
APS	COLUNA DE ÁGUA PLUVIAL DA SACADA
CAP	CAIXA DE AREIA PLUVIAL
CIE	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO
CIES	CAIXA DE INSPEÇÃO DE ESGOTO SIFONADA
CG	CAIXA DE GORDURA
CS	CAIXA SIFONADA
CV	COLUNA DE VENTILAÇÃO
LV	LAVATÓRIO
MLL	MÁQUINA DE LAVAR LOUÇA
MLR	MÁQUINA DE LAVAR ROUPA
PIA	PIA DE COZINHA RESIDENCIAL
RL	RALO
TG	TUBO DE GORDURA
TN	TANQUE DE LAVAR ROUPAS
TQ	TUBO DE QUEDA
TQE	TUBO DE QUEDA DE ESPUMA
VS	VASO SANITÁRIO

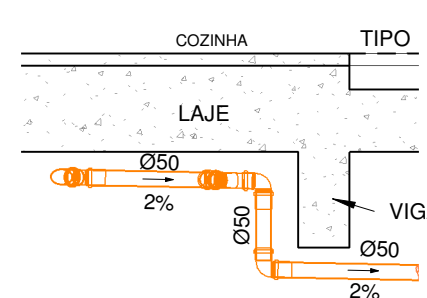
NOTAS	
- Diâmetros em milímetros - dimensões em centímetros;	Altura de captação de esgoto dos aparelhos:
- Declividade mínima de 2% para ramais horizontais de esgoto até 75mm;	Lavatório/Tanque/Pia - 50 cm;
- Declividade mínima de 1% para ramais horizontais de esgoto maiores que 100mm;	Máquina de Lavar Louça - 30 cm;
- As colunas de ventilação devem se elevar, no mínimo 30% acima da cobertura;	Máquina de Lavar Roupa - 30 cm;
- Toda tubulação de ventilação deve ter declividade mínima de 1%, de modo a escoar qualquer líquido que entre nela;	
- O ramal de ventilação deve se conectar a coluna de ventilação 15 centímetros acima do nível de borda do mais elevado aparelho que não despeje em caixa sifonada;	
- As calhas, inclinação do telhado e tubulação de água pluvial devem ter declividade mínima de 1%;	
- Em pé de coluna dos tubos de queda, deve ser instalado joelho de PVC série reforçada para resistir aos eventuais golpes dos sólidos que são escoados pelos tubos de queda;	
- Revestir com lã de rocha as tubulações próximas a churrasqueira para garantir isolamento térmico das tubulações.	



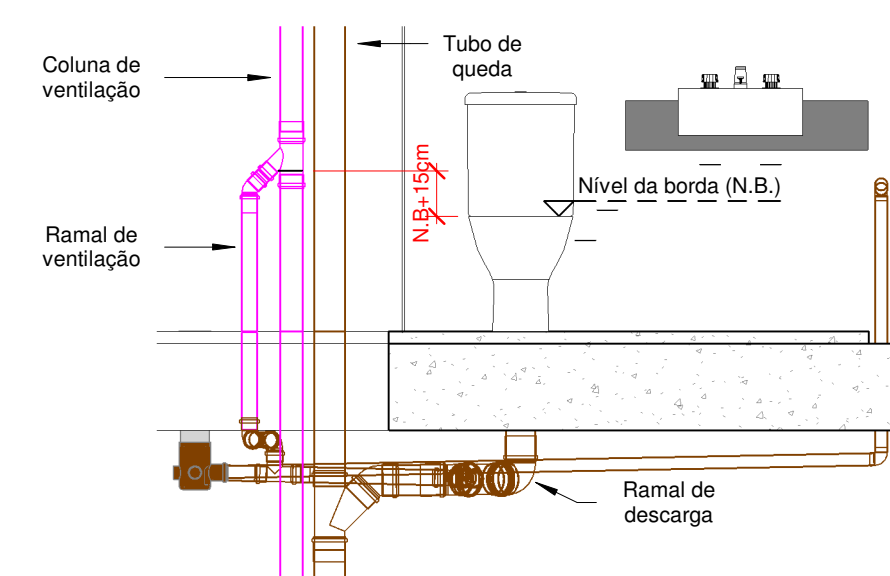
S19 - DETALHE LAVABOS APTO 01 E 02 TIPO  
ESCALA 1 : 25



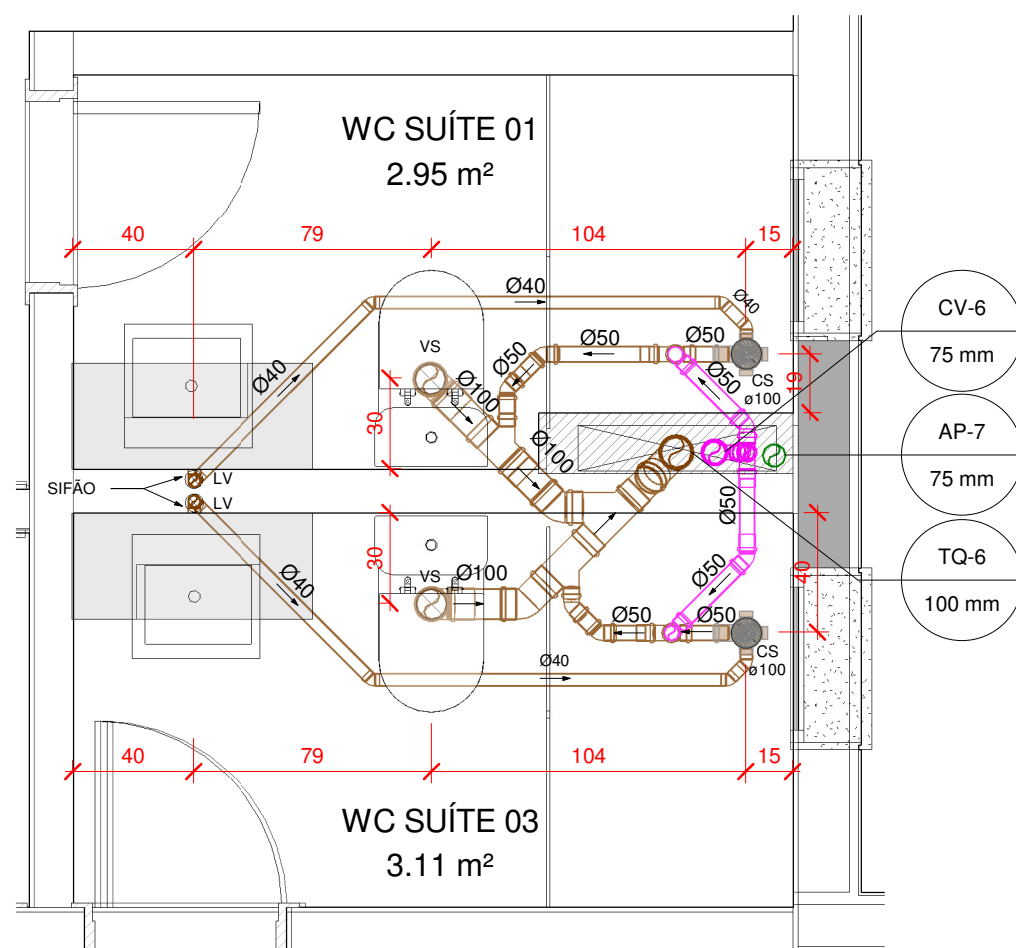
DETALHE 12 - TIPO  
ESCALA 1 : 25



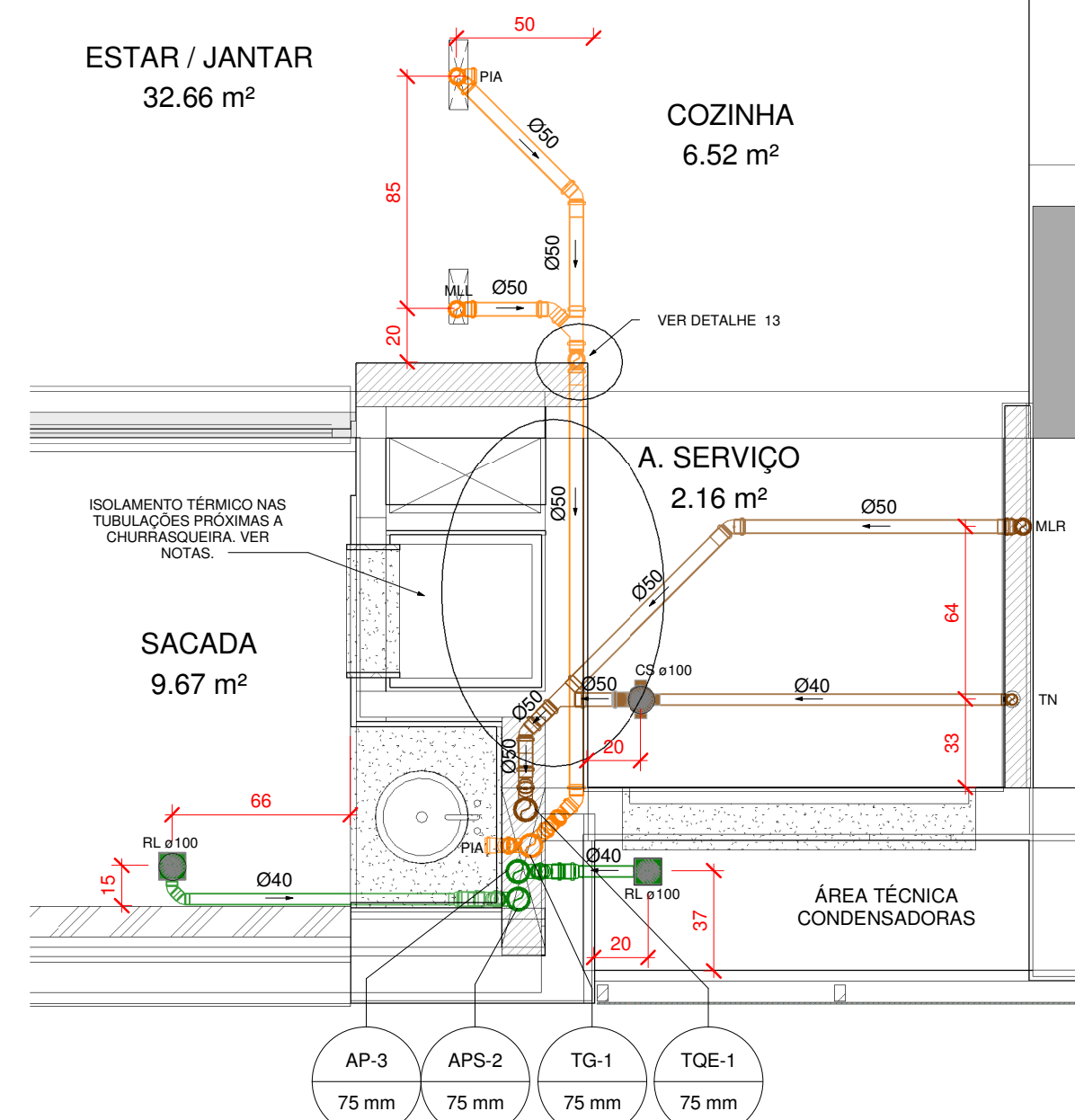
DETALHE 13  
ESCALA 1 : 25



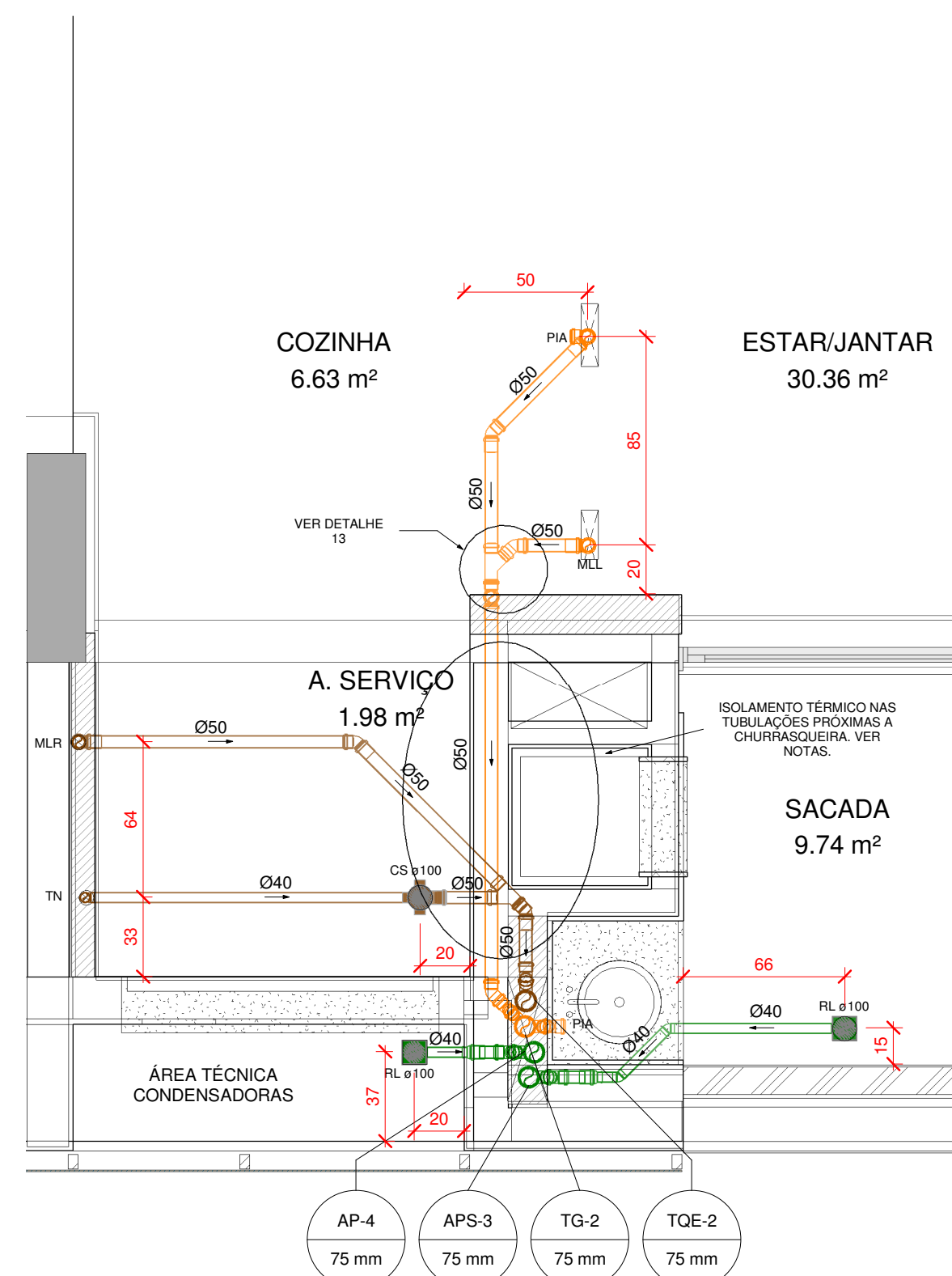
DETALHE RAMAL DE VENTILAÇÃO  
ESCALA 1 : 25



S18 - DETALHE BWC SUÍTE 01 E 03 - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1 : 25



S20 - DETALHE COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - APTO 01 TIPO  
ESCALA 1 : 25



S21 - DETALHE COZINHA/ÁREA DE SERVIÇO - APTO 02 TIPO  
ESCALA 1 : 25

	TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO
	PROJETISTA:
	JULIA TERESA BRUCH MATRÍCULA 13100530

## PROJETO HIDROSSANITÁRIO

DETALHES SANITÁRIOS S15, S16, S17, S18, S19, S20, S21 E S22  
DETALHES 11, 12 E 13 E DETALHE RAMAL DE VENTILAÇÃO

LOCALIZAÇÃO: RUA 250, Nº 100 - MEIA PRAIA - ITAPEMA/SC	PRANCHA:
ESCALA: Como indicado	DATA: 03/06/2018
	REVISÃO: R00